



TUGAS AKHIR – MN141581

## DESAIN *TRUCK CARRIER Ro-Ro* UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG-BALI

Andre Perdana Setiawan  
NRP 4113100030

Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017



TUGAS AKHIR - MN141581

## DESAIN *TRUCK CARRIER Ro-Ro* UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG-BALI

Andre Perdana Setiawan  
NRP 4113100030

Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017



FINAL YEAR PROJECT - MN141581

## DESIGN OF Ro-Ro TRUCK CARRIER FOR LAMPUNG-BALI ROUTE

Andre Perdana Setiawan  
NRP 4113100030

Dosen Pembimbing  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### DESAIN *TRUCK CARRIER Ro-Ro* UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG-BALI

#### TUGAS AKHIR


Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ANDRE PERDANA SETIAWAN**  
NRP 4113100030


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

  
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001



Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

  
Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 13 JULI 2017

## LEMBAR REVISI

### DESAIN *TRUCK CARRIER Ro- Ro* UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG - BALI

#### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 7 Juli 2017


Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ANDRE PERDANA SETIAWAN**  
NRP 4113100030

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Wing Hendroprasetyo Akbar Putra, S.T., M.Eng ..... 

2. Hasanudin, S.T., M.T ..... 

3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng ..... 

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. .... 

SURABAYA, 13 JULI 2017

Dipersembahkan untuk Ibu, Bapak, Adik Penulis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir **“DESAIN *TRUCK CARRIER RO-RO* UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG-BALI”** dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan ITS;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Bapak Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Wali;
5. Keluarga Penulis, Ibu Sukcian Jurwaty Ade Wijaya Lauw, Bapak Johnse, Adik Sherly Dwi Setiani, Leonardi Setiawan yang telah menjadi motivator penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini;
6. Teman-teman P53 *SUBMARINE* yang senantiasa menemani pengerjaan Tugas Akhir ini
7. Dwiko, Eric, Fajar dan Radityo selaku teman-teman seperjuangan bimbingan Tugas Akhir;
8. Latama Rizky Transportasi Laut 2010 atas bantuan pendalaman materi TA;
9. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 12 JULI 2017

Andre Perdana Setiawan

# DESAIN TRUCK CARRIER RO - RO UNTUK RUTE PELAYARAN LAMPUNG - BALI

Nama Mahasiswa : Andre Perdana Setiawan  
NRP : 4113100030  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

## ABSTRAK

Kemacetan yang tinggi di jalur darat, terutama di Jalan Pantura membuat Menteri Perhubungan berencana untuk membangun *Truck Carrier Ro-Ro* sebagai alat angkut truk. Tugas Akhir ini bermaksud memberikan solusi untuk mengganti akses transportasi truk dari darat menjadi akses transportasi laut. Tugas akhir ini bertujuan untuk membangun *Truck Carrier Ro-Ro* untuk Rute Pelayaran Lampung-Bali. Rute *Truck Carrier Ro-Ro* ini dimulai dari Pelabuhan Panjang (Lampung) -Pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta) -Pelabuhan Tanjung Emas (Semarang) - Pelabuhan Tanjung Perak (Surabaya) -Pelabuhan Benoa (Bali). Penentuan *payload* dilakukan berdasarkan Tugas Akhir yang sudah ada, yang kemudian dijadikan sebagai acuan dasar dalam melakukan parametric design. Jumlah *payload* tersebut digunakan untuk pembuatan layout awal dengan beberapa variasi yang akan digunakan dalam menentukan jumlah *payload* yang akan digunakan. Setelah itu didapatkan ukuran utama dari layout yang telah di desain. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis berupa berat, trim, freeboard, dan stabilitas. Ukuran utama yang di dapatkan adalah  $L_{pp} = 145$  m;  $B = 30$  m;  $H = 11$  m;  $T = 6$  m. Tinggi *freeboard* minimum sebesar 916 mm, dan kondisi stabilitas *Truck Carrier Ro-Ro* memenuhi kriteria *Intact Stability (IS) Code Reg. III/3.1*. Analisis ekonomis yang dilakukan adalah memperhitungkan biaya investasi, biaya operasional, dan harga tiket tiap rute pelayaran.

Kata kunci: *Truck Carrier Ro-Ro*, truk, Lampung, Bali



## Design of Ro-Ro Truck Carrier For Lampung-Surabaya Route

Author : Andre Perdana Setiawan  
ID No. : 4113100030  
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisors : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc.,Ph.D.

### ABSTRACT

Due to heavy traffic on Pantura Road, The Minister of Transportation plan to build Ro-Ro Truck Carrier as a means of transporting trucks. This Final Year Project is intended to give a solution to replace the truck transportation by using sea route. This study focuses on designing Ro-Ro Truck Carrier for Lampung-Bali voyage route. This route starts from Lampung (Panjang Port) –Jakarta (Tanjung Priok Port) –Semarang (Tanjung emas Port) –Surabaya (Tanjung Perak Port) –Bali (Benoa Port). *Payload* of this Ro-Ro Truck Carrier is obtained from past Final Year Project which will be used as a reference in parametric design process. The *payload* amount is used for designing the initial layout with its variety that will be used in determining the amount of *payload* used. Then the principle dimension from the designed layout is obtained. Then the weight, trim, freeboard, and stability calculation needs to be done. The principle dimensions obtained are,  $L_{pp} = 145$  m;  $B = 30$  m;  $H = 11$  m;  $T = 6$  m. The minimum freeboard is 916 mm, and the stability comply to Intact stability (IS) Code Reg. III/3.1. The economic analysis which is done is to calculate the investment, operational expense, and the ticket price for each route.

Keyword : Ro-Ro Truck Carrier, Truck, Lampung, Bali

:

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR Grafik.....	xv
Bab I PENDAHULUAN .....	1
I.1.    Latar Belakang Masalah.....	1
I.2.    Perumusan Masalah.....	2
I.3.    Tujuan.....	2
I.4.    Batasan Masalah.....	2
I.5.    Manfaat.....	2
I.6.    Hipotesis.....	3
I.7.    Sistematika Penulisan.....	3
Bab II STUDI LITERATUR .....	5
II.1.    Dasar Teori.....	5
II.1.1.  Kapal Roll-on/Roll-off (Ro-Ro) .....	5
II.1.2.  Jenis-Jenis Truk .....	6
II.1.3.  Perancangan Kapal .....	7
II.1.4.  Metode Perancangan Kapal .....	8
II.1.5.  Rencana Garis (Lines Plan) .....	9
II.1.6.  Rencana Umum (General Arrangement).....	10
II.2.    Rencana Keselamatan ( <i>Safety Plan</i> ) .....	10
II.2.1. <i>Life Saving Appliance</i> .....	10
II.2.2. <i>Fire Control Equipment</i> .....	16
II.2.3.  Menentukan Ukuran Utama Kapal .....	17
II.2.4.  Perhitungan Hambatan ( <i>Resistance</i> ).....	18
II.2.5.  Perhitungan Stabilitas .....	19
II.2.6.  Perhitungan Lambung Timbul ( <i>Freeboard</i> ) .....	24
II.2.7.  Perhitungan Berat .....	25
II.2.8.  Perhitungan <i>Trim</i> .....	26
II.2.9.  Analisis Ekonomis.....	26
II.3.    Rute Pelayaran.....	27
II.4.    Tinjauan Pustaka .....	27
II.4.1.  Kebijakan Menteri Perhubungan .....	27
II.4.2. <i>Analisis Payload</i> .....	28
II.4.3. <i>Cargo Securing</i> .....	28
Bab III METODOLOGI .....	31
III.1.    Diagram Alir .....	31

III.2.	Tahap Pengerjaan .....	32
III.2.1.	Tahap Identifikasi Masalah.....	32
III.2.2.	Tahap Studi Literatur .....	32
III.2.3.	Tahap Pengumpulan Data .....	32
III.2.4.	Tahap Pengolahan Data .....	33
III.2.5.	Tahap Perencanaan .....	33
III.2.6.	Perhitungan Biaya.....	34
III.2.7.	Kesimpulan dan Saran .....	34
Bab IV	ANALISIS TEKNIS .....	35
IV.1.	Penentuan <i>Payload</i> .....	35
IV.1.1.	Perhitungan Biaya dan Pendapatan.....	35
IV.1.2.	Penentuan nilai NPV, IRR, BEP .....	37
IV.1.3.	Penentuan <i>Payload</i> yang Akan Digunakan.....	41
IV.2.	Penentuan Tarif .....	41
IV.3.	Penentuan Ukuran Utama.....	42
IV.4.	Perhitungan Teknis.....	43
IV.4.1.	Perhitungan Hambatan.....	44
IV.4.2.	Penentuan Mesin dan Generator .....	44
IV.4.3.	Perhitungan Berat Baja Kapal.....	45
IV.4.4.	Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan .....	45
IV.4.5.	Perhitungan DWT .....	45
IV.4.6.	Perhitungan LWT .....	46
IV.4.7.	Perhitungan Titik Berat.....	46
IV.4.8.	Perhitungan Displasemen .....	47
IV.4.9.	Perhitungan <i>Trim</i> .....	47
IV.4.10.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	48
IV.4.11.	Perhitungan Stabilitas .....	49
IV.5.	<i>Ramp Door</i> .....	50
IV.6.	<i>Loading dan Unloading</i> .....	51
IV.6.1.	Pelabuhan Panjang .....	52
IV.6.2.	Pelabuhan Tanjung Priok .....	54
IV.6.3.	Pelabuhan Tanjung Emas.....	54
IV.6.4.	Pelabuhan Tanjung Perak .....	55
IV.6.5.	Pelabuhan Benoa.....	55
IV.7.	Pembuatan <i>Lines Plan</i> .....	56
IV.8.	Pembuatan <i>General Arrangement</i> .....	59
IV.8.1.	<i>Profile View</i> .....	60
IV.8.2.	Bangunan Atas ( <i>Superstructure</i> ) dan Rumah Geladak ( <i>Deck House</i> ).....	60
IV.8.3.	Geladak Utama ( <i>Main Deck</i> ) .....	63
IV.8.4.	<i>Second Deck</i> .....	63
IV.8.5.	<i>ThirdDeck</i> .....	64
IV.9.	Pembuatan <i>Safety Plan</i> .....	64
IV.9.1.	<i>Life Saving Appliances</i> .....	64
IV.9.2.	<i>Fire Control Equipment</i> .....	69
IV.10.	Permodelan 3 Dimensi .....	71
Bab V	ANALISIS EKONOMIS.....	73
V.1.	Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal .....	73
V.2.	Perhitungan Estimasi <i>Break Even Point</i> (BEP).....	74
V.2.1.	Biaya Operasional.....	74

V.2.2. Perencanaan Trip Kapal.....	75
V.2.3. Penentuan Tarif.....	76
V.2.4. Perhitungan Keuntungan Bersih.....	76
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	79
VI.1. Kesimpulan.....	79
VI.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN B DESAIN RENCANA GARIS M.V ALLERIA	
LAMPIRAN C DESAIN GENERAL ARRANGEMENT M.V ALLERIA	
LAMPIRAN D DESAIN SAFETY PLAN M.V ALLERIA	
LAMPIRAN E DESAIN 3D M.V ALLERIA	
BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Contoh kapal Ro-Ro.....	5
Gambar II.2. Spesifikasi truk.....	7
Gambar II.3. Metode Perancangan kapal dengan <i>spiral design</i> .....	9
Gambar II.4. <i>Lifebuoy</i> .....	11
Gambar II.5. <i>Lifejacket</i> .....	13
Gambar II.6. <i>Davit-operated lifeboats</i> tipe <i>enclosed</i> .....	14
Gambar II.7. <i>Free-fall lifeboat</i> .....	14
Gambar II.8. Gambar <i>Inflatable Lifteraft</i> .....	15
Gambar II.9. <i>Assembly station</i> .....	15
Gambar II.10. Sketsa momen penegak kapal .....	21
Gambar II.11. Kondisi stabilitas positif.....	21
Gambar II.12. Kondisi stabilitas netral.....	22
Gambar II.13. kondisi stabilitas negatif.....	23
Gambar II.14. Rute pelayaran.....	27
Gambar II.15. Aturan penempatan kendaraan .....	29
Gambar II.16. Pengikatan pada kendaraan besar .....	29
Gambar III.1. Diagram alir pengerjaan Tugas Akhir .....	31
Gambar IV.1. <i>Layout</i> awal <i>first deck</i> .....	42
Gambar IV.2. <i>Layout</i> awal <i>second deck</i> .....	42
Gambar IV.3. <i>Layout</i> awal <i>side view</i> .....	42
Gambar IV.4. <i>Layout</i> awal <i>third deck</i> .....	42
Gambar IV.5. Katalog Mesin Induk .....	44
Gambar IV.6. Mesin MAN B&W 6L32/44CR .....	44
Gambar IV.7. Katalog generator .....	44
Gambar IV.8. Generator MAN L21/31 .....	44
Gambar IV.9. Perhitungan Displasemen .....	47
Gambar IV.10. <i>Side-sliding bow door</i> .....	50
Gambar IV.11. <i>Ramp</i> untuk akses <i>Loading unloading</i> .....	51
Gambar IV.12. <i>Hoistable inboard ramp</i> .....	51
Gambar IV.13. Sketsa <i>Loading</i> Pelabuhan Panjang.....	53
Gambar IV.14. Sketsa <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> Pelabuhan tanjung Priok .....	54
Gambar IV.15. Sketsa <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> Pelabuhan Tanjung Emas.....	54
Gambar IV.16. Sketsa <i>Loading</i> dan <i>unloading</i> Pelabuhan Tanjung Perak .....	55
Gambar IV.17. Sketsa <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> Pelabuhan Benoa.....	56
Gambar IV.18. <i>Lines Plan</i> M.V ALLERIA .....	57
Gambar IV.19. Mengatur <i>size surface</i> .....	58
Gambar IV.20. Mengatur jumlah <i>station</i> .....	58
Gambar IV.21. Rencana Umum M.V ALLERIA.....	59
Gambar IV.22. <i>Profile View</i> .....	60
Gambar IV.23. <i>Poop Deck</i> .....	61
Gambar IV.24. <i>Forecastle Deck</i> .....	61
Gambar IV.25. <i>Boat Deck</i> 1 .....	62
Gambar IV.26. <i>Boat Deck</i> 2 .....	62
Gambar IV.27. <i>Bridge Deck</i> .....	62

Gambar IV.28. <i>Navigation Deck</i> .....	63
Gambar IV.29. <i>Second Deck</i> .....	63
Gambar IV.30. <i>Main Deck</i> .....	63
Gambar IV.31. <i>Third Deck</i> .....	64
Gambar IV.32. Permodelan pada <i>software maxsurf</i> .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Daya angkut truk.....	6
Tabel II.2. Pengurangan Lambung Tipe B .....	25
Tabel IV.1. Perhitungan Biaya Kapital .....	35
Tabel IV.2. Biaya Operasional .....	36
Tabel IV.3. Biaya Perjalanan (Pelayaran) .....	37
Tabel IV.4. Biaya Bongkar Muat .....	37
Tabel IV.5 Perhitungan nilai NPV, IRR, BEP .....	37
Tabel IV.6. Tabulasi perhitungan NPV, IRR dan BEP .....	38
Tabel IV.7 Tabel perbandingan tarif .....	41
Tabel IV.8 Rekapitulasi perhitungan DWT dan titik berat DWT .....	46
Tabel IV.9. Rekapitulasi perhitungan LWT dan titik berat LWT .....	46
Tabel IV.11 Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	48
Tabel IV.10 Kondisi <i>trim</i> pada tiap <i>loadcase</i> .....	48
Tabel IV.12. Kondisi Stabilitas pada tiap <i>Loadcase</i> .....	49
Tabel IV.13 <i>Skema Loading</i> dan <i>Unloading</i> Muatan .....	52
Tabel IV.14 Kententuan jumlah <i>lifebuoy</i> .....	65
Tabel IV.16 Kriteria ukuran <i>lifejacket</i> .....	66
Tabel IV.15 Perencanaan jumlah dan peletakan <i>lifebuoy</i> .....	66
Tabel IV.17 Perencanaan jumlah dan peletakan <i>lifejacket</i> .....	67
Tabel V.1 Biaya Pembangunan Kapal.....	73
Tabel V.2 Biaya Operasional.....	74
Tabel V.3 Perhitungan jumlah trip per tahun .....	76
Tabel V.4 Perhitungan keuntungan Bersih.....	76
Tabel V.5 Estimasi Perhitungan BEP .....	77

## DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1. Grafik perbandingan tarif per <i>Nautical Mile</i> dengan NPV .....	39
Grafik IV.2. Grafik perbandingan tarif per <i>Nautical Mile</i> dengan IRR .....	39
Grafik IV.3. Grafik perbandingan tarif per NPV dengan IRR .....	40
Grafik IV.4. Grafik perbandingan tarif per BEP dengan <i>payload</i> .....	40



Halaman ini sengaja dikosongkan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang Masalah**

Indonesia Sebagai salah satu Negara Maritim terbesar di dunia dengan jumlah pulau sekitar 17.500 dan memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, dimana 2/3 luas wilayah Indonesia merupakan wilayah lautan. Oleh karena itu, sudah seharusnya Pemerintah segera memanfaatkan kondisi geografis yang sangat strategis ini untuk menunjang sarana transportasi di Laut.

Pulau Jawa merupakan pusat aktivitas ekonomi di Indonesia, dapat dilihat dari jumlah kepadatan penduduk di Pulau Jawa yang sangat tinggi sehingga dapat diketahui pemasokan komoditas barang kebutuhan ke Pulau Jawa sangatlah besar. Namun hingga saat ini truk di Indonesia yang merupakan salah satu penunjang sarana transportasi barang lebih memilih akses dari darat, dimana jalur darat dianggap lebih efektif dan *direct*. Semisal truk dari Pulau Sumatera hendak menuju ke Pulau Jawa ataupun menuju ke Bali lebih memilih jalur darat daripada jalur laut, akibatnya terjadi penumpukan kendaraan jumlah yang tinggi terutama di Jalur Pantura yang merupakan jalur utama transportasi barang di Pulau Jawa. Diketahui juga bahwa jumlah kendaraan yang melewati Jalur Pantura di perkirakan 45.000 unit per hari (www.kompasiana.com, 2016). Melihat dari jumlah tersebut dapat di pastikan terjadi penumpukan kendaraan dengan jumlah yang besar yang akan menyebabkan kemacetan yang tinggi sehingga tidak tepatnya estimasi waktu yang sudah di tetapkan. Tidak hanya itu, efek yang ti ditimbulkan juga berupa usia jalan yang tidak lama (cepat rusak) dan rawan terjadi kecelakaan.

Menyikapi permasalahan di atas, Menteri Perhubungan berencana untuk membangun Kapal *roll-on roll-off* sebagai alat angkut truk ekspedisi. Dimana pembangunan kapal ini bertujuan untuk mengangkut truk antarpulau dengan mengganti akses darat menjadi akses laut, sehingga bertujuan untuk mencegah terjadinya kepadatan di jalan raya, terutama di Jalan Pantura. Program ini juga mendukung program “Tol Laut” Pak Joko Widodo untuk memajukan sector maritim Indonesia. Berdasarkan rencana Menteri Perhubungan, *Truck Carrier Ro-Ro* ini nantinya akan di operasikan untuk Pelayaran Lampung menuju Ke Bali(kompas.com,

2016). Sehingga dalam Tugas Akhir ini, Penulis akan mendesain *Truck Carrier Ro-Ro* yang akan beroperasi untuk rute pelayaran Lampung-Bali.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Ukuran Utama untuk *Truck Carrier Ro-Ro*?
2. Berapa desain Rencana Garis dan Rencana Umum *Truck Carrier Ro-Ro*?
3. Bagaimana desain *safety plan* dan *3D model Truck Carrier Ro-Ro*?
4. Bagaimana analisis ekonomis *Truck Carrier Ro-Ro*?

## **I.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan ukuran utama *Truck Carrier Ro-Ro*.
2. Untuk mendapatkan desain Rencana Garis dan Rencana Umum *Truck Carrier Ro-Ro* yang sesuai dengan kebutuhan Pelayaran Lampung-Bali.
3. Mendapatkan desain *safety plan* dan *3D model Truck Carrier Ro-Ro* yang sesuai dengan kebutuhan Pelayaran Lampung-Bali.
4. Mengetahui analisis ekonomis dari *Truck Carrier Ro-Ro*.

## **I.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Masalah teknis (desain) yang dibahas sebatas konsep desain.
2. Analisis teknis yang dilakukan meliputi perhitungan hambatan kapal, stabilitas kapal (*Ship Stability*), titik berat, lambung timbul (*freeboard*), perhitungan trim, pembuatan rencana garis (*Lines Plan*), rencana umum (*General Arrangement*) dan *safety plan*.
3. Tidak membahas perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang, dan kekuatan melintang.

## **I.5. Manfaat**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah, sebagai rujukan pertimbangan untuk pengembangan desain *Truck Carrier Ro-Ro* sebagai alat angkut yang efektif untuk perairan di Indonesia.

2. Bagi kalangan akademisi dan umum, sebagai sumbangsih pengetahuan dalam hal perancangan *Truck Carrier Ro-Ro* sebagai alat angkut yang efektif untuk perairan di Indonesia

#### **I.6. Hipotesis**

Desain *Truck Carrier Ro-Ro* ini dapat digunakan oleh Pemerintah dalam pembangunan *Truck Carrier Ro-Ro* yang akan dioperasikan dalam rute pelayaran Lampung-Bali untuk menunjang aktivitas transportasi di laut, sehingga dapat mengurangi tingkat kepadatan tingkat kepadatan lau lintas di darat.

#### **I.7. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

##### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir ini, manfaat yang diperoleh, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan.

##### **BAB II. STUDI LITERATUR**

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir. Dasar-dasar teori serta persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir tercantum dalam bab ini.

##### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literatur, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

##### **BAB IV. ANALISIS TEKNIS**

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan muatan serta proses optimasi yang dilakukan guna mendapatkan ukuran utama yang sesuai serta memenuhi persyaratan

##### **BAB V. ANALISIS EKONOMIS**

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan biaya pembangunan kapal

##### **BAB VI. PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB II**

### **STUDI LITERATUR**

#### **II.1. Dasar Teori**

Pada bab II ini berisikan tentang dasar teori dan tinjauan pustaka dari topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori berisiuraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

##### **II.1.1. Kapal Roll-on/Roll-off (Ro-Ro)**

Kapal Roll-on/Roll-off adalah Kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk dengan penggerakanya sendiri dan bisa keluar sendiri juga. Pada umumnya kapal ini berfungsi untuk mengangkut kendaraan, seperti sepeda motor, mobil, truk, dan trailer. Kapal ini biasanya dilengkapi dengan Pintu *Rampa* (*ramp door*) yang dihubungkan dengan *moveble bridge* (dermaga apung) atau dermaga. Jenis Kapal Ro-Ro meliputi Kapal penyebrangan/*ferry*, kapal pengangkut kendaraan, kapal penumpang, kapal barang, kapal pesiar (id.wikipedia.org, 2016).



Gambar II.1. Contoh kapal Ro-Ro  
([www.fastlanefwd.co.uk](http://www.fastlanefwd.co.uk), 2016)

Gambar II.1 merupakan salah satu contoh bentuk kapal jenis Ro-Ro yang digunakan sebagai angkutan truk.

Kelebihan Kapal Ro-Ro adalah muatan dapat masuk ke kapal dengan moda, sehingga muatan tidak perlu ditumpuk di lapangan penumpang terlebih dahulu

(lebih cepat dalam proses loading/unloading). Pintu *rampa* (*ramp door*) pada kapal di bagi menjadi 2 yaitu, *quarter ramp* dan *sternramp* (id.wikipedia.org, 2016).

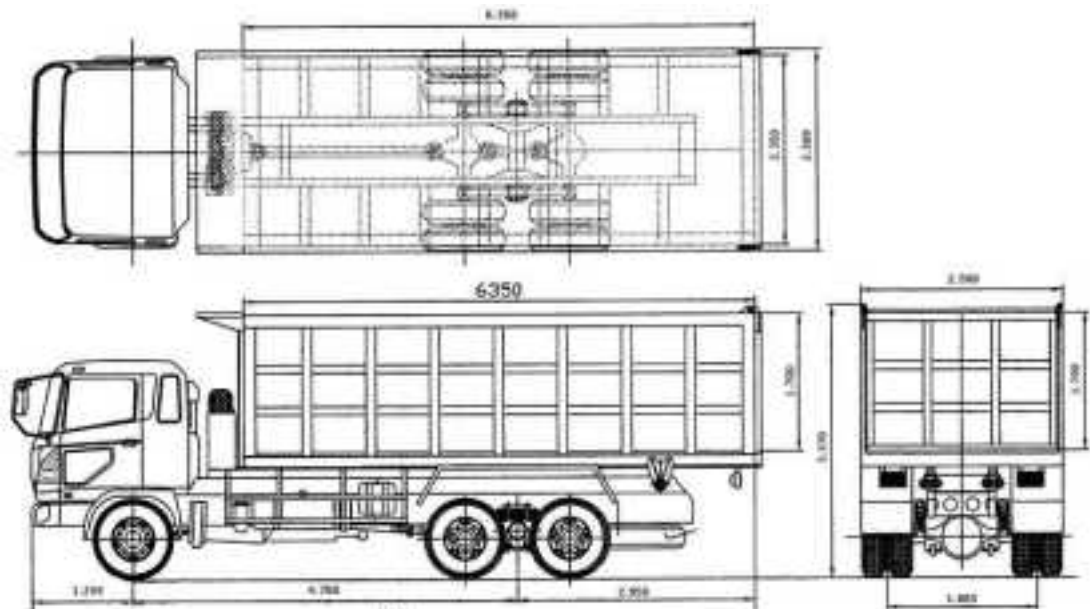
### II.1.2. Jenis-Jenis Truk

Truk adalah sebuah kendaraan bermotor untuk mengangkut kendaraan bermotor untuk mengangkut barang, disebut juga sebagai mobil barang. Dalam bentuk yang kecil mobil barang di sebut *pick-up*, sedangkan bentuk lebih besar dengan 3 sumbu, 1 di depan, dan tandem di belakang disebut sebagai truk tronton, sedangkan yang digunakan untuk angkutan peti kemas dalam bentuk tempelan disebut sebagai truk trailer (id.wikipedia.org, 2016).

Tabel II.1. Daya angkut truk

Konfigurasi Sumbu	Jumlah Sumbu	Jenis	JBK Kelas II	JBK Kelas III	Jumlah Ban
1 - 1	2	Truk Engkel Tunggal	12 ton	12 ton	4
1 - 2	2	Truk Engkel Ganda	16 ton	14 ton	6
1.1 - 2	3	Truk Trinton	18 ton	16 ton	8
1 - 2.2	3	Truk Tronton	22 ton	20 ton	10
1.1 - 2.2	4	Truk Trinton	30 ton	26 ton	12
1 - 2 - 2.2	4	Truk Trailer Engkel	34 ton	28 ton	14
1 - 2 - 2.2.2 1 - 2.2 - 2.2	5	Truk Trailer Engkel Truk Trailer Tronton	40 ton	32 ton	18
1 - 2.2 - 2.2.2	6	Truk Trailer Tronton	43 ton	40 ton	22

(id.wikipedia.org, 2016)



Gambar II.2. Spesifikasi truk  
(Rahmita, 2015)

### II.1.3. Perancangan Kapal

Seluruh persyaratan dalam perancangan kapal harus dapat diterjemahkan oleh perancang sesuai dengan prosedur yang ada. Proses perancangan kapal biasanya terdiri dari 4 tahap yaitu:

1. *Conceptual Design*

Yaitu merupakan perancangan awal yang meliputi ukuran utama, kecepatan kapal, konsep tentang permesinan dan penggerak kapal.

2. *Preliminary Design*

Yaitu pengembangan dari tahap conceptual desain, sehingga didapat dipastikan ukuran utama kapal serta data-data lainnya seperti daya efektif kapal.

3. *Contract Design*

Yaitu pengembangan perencanaan kapal yang telah ada ke dalam bentuk yang lebih detail sehingga pembangunan kapal dapat memahami dan dapat mengestimasi secara akurat berapa biaya pembuatan kapal yang dibutuhkan.



#### 4. *Detail Design*

Yaitu perancangan secara detail dilakukan oleh pihak galangan setelah contract design diselesaikan, sehingga segala sesuatunya telah pasti dan siap dikerjakan (Hafiz, 2014).

### **II.1.4. Metode Perancangan Kapal**

Dalam proses mendesain sebuah kapal, dibutuhkan perencanaan yang baik karena menginvestasikan uang dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu sebelum merancang sebuah kapal, tentunya sudah ditentukan metode mana yang akan digunakan oleh desainer tersebut. Berikut adalah metode-metode dalam merancang sebuah kapal.

#### 1. *Parent Design Approach*

Metode ini dilakukan dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini designer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performance yang bagus

#### 2. *Trend Curve Approach*

Biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding di komparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

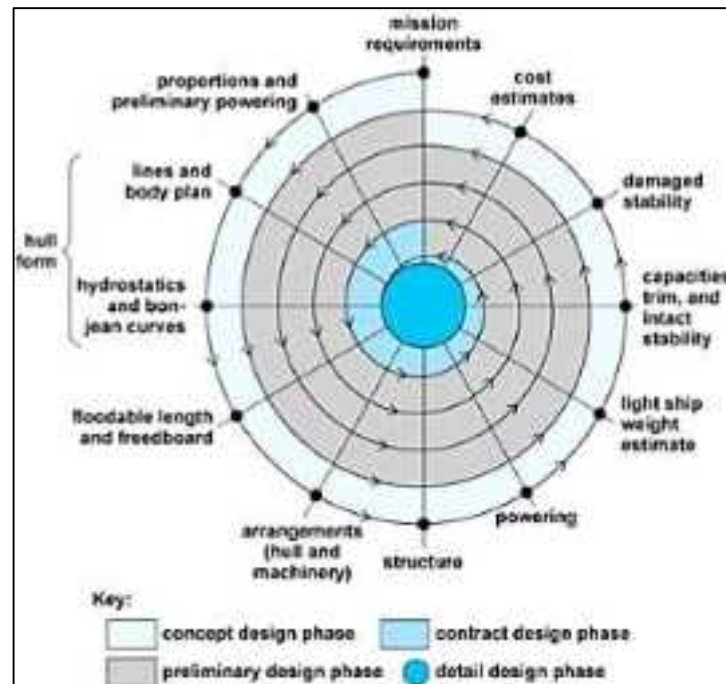
#### 3. *Iteratif Design Approach*

Metode ini berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping, testing, analyzing*, dan menyempurnakan produk atau proses. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Dalam desain iteratif, interaksi dengan sistem yang dirancang akan digunakan sebagai bentuk untuk menginformasikan dan penelitian suatu proyek berkembang, sebagai versi yang berurutan, atau iterasi dari desain

#### 4. *Parametric Design Approach*

Pada metode ini digunakan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai ukuran utama yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding,

kemudian dihitung  $R_t$ , merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim dll secara detail. Proses desain kapal memiliki sifat sikulus berulang yang paling umum digambarkan oleh *spiral designs* seperti terlihat pada Gambar II.3 .



Gambar II.3. Metode Perancangan kapal dengan *spiral design* (Rahmadhon, 2016)

## 5. Optimazation Design Approach

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT).

### II.1.5. Rencana Garis (Lines Plan)

*Lines plan* merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan badan kapal di bawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *buttock plan* (secara memanjang), dan *half breadth plan* (dilihat dari atas). Ada berbagai cara membuat *lines plan* salah satunya menggunakan *software* yang bernama *maxsurf* (Hafiz, 2014).

### II.1.6. Rencana Umum (General Arrangement)

Rencana umum dalam “*Ship Design and Construction, Bab III*” didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya seperti ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Di samping itu, rencana umum meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Rencana umum dibuat berdasarkan rencana garis (*lines plan*) yang telah dibuat sebelumnya. Dengan rencana garis ini secara besar bentuk badan kapal akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya (Hafiz, 2014).

## II.2. Rencana Keselamatan (*Safety Plan*)

Desain *safety plan* terdiri dari *life saving appliances* dan *fire control equipment*. *Life saving appliances* adalah standar keselamatan yang harus dipenuhi oleh suatu kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal dan penumpang ketika terjadi bahaya. *Fire control equipment* adalah standar sistem pemadam kebakaran yang harus ada pada kapal. *Regulasi life saving appliances* mengacu pada *LSA code*, sedangkan *fire control equipment* mengacu pada *FSS code*.

### II.2.1. Life Saving Appliance

Sesuai dengan *LSA code Reg. I/1.2.2*, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus mendapat persetujuan dari badan klasifikasi terkait terlebih dulu. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan *life saving appliances* harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik.

#### 1. Lifebuoy

Menurut *LSA code Chapter II part 2.1*, spesifikasi umum *lifebuoy* antara lain sebagai berikut:

- a. Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm
- b. Mampu menahan beban tidak kurang dari 14.5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- c. Mempunyai massa tidak kurang dari 2.5 kg
- d. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Spesifikasi *lifebuoy self-igniting lights* pada *lifebuoy* adalah:

- a. Memiliki lampu berwarna putih yang dapat meenyala dengan intensitas
- b. cd pada semua arah dan memiliki sumber energi yang dapat bertahan hingga 2 jam

Spesifikasi *lifebuoy self-activating smoke signals* pada *lifebuoy* adalah:

- a. Dapat memancarkan asap dengan warna yang mencolok dengan rating yang seragam dalam waktu tidak kurang dari 15 menit ketika mengapung di atas air tenang.
- b. Tidak mudah meledak atau memancarkan api selama waktu pengisian emisi pada sinyal
- c. Dapat tetap memancarkan asap ketika seluruh bagian tercelup ke dalam air tidak kurang dari 10 detik.

Spesifikasi *lifebuoy with line* pada *lifebuoy* adalah:

- a. Tidak kaku
- b. Mempunyai diameter tidak kurang dari 8mm
- c. Mempunyai kekuatan patah tidak kurang dari 5 kN



Gambar II.4. *Lifebuoy*  
(Satriawansyah, 2016)

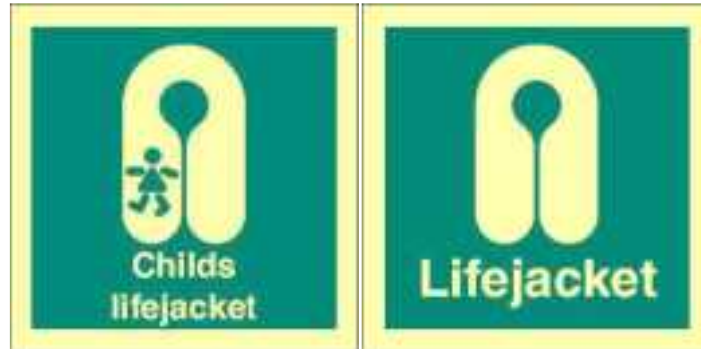
## 2. *Life Jacket*

### *LSA Code Chapter II part 2.2*

- Persyaratan umum *Lifejacket*

- a. Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik
- b. *Lifejacket* dewasa harus dibuat sedemikian rupa sehingga:
  - Setidaknya 75% dari total penumpang yang belum terbiasa dapat dengan benar-benar menggunakan hanya dalam jangka waktu 1 menit tanpa bantuan, bimbingan atau penjelasan sebelumnya.
  - Setelah demonstrasi, semua orang benar-benar dapat menggunakan dalam waktu 1 menit tanpa bimbingan
  - Nyaman untuk digunakan
  - Memungkinkan pemakai untuk melompat dari ketinggian kurang lebih 4.5 m ke dalam air tanpa cedera dan tanpa mencabut atau merusak *lifejacket* tersebut
- c. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memiliki daya apung yang cukup dan stabilitas di air tenang
- d. Sebuah *lifejacket* dewasa harus memungkinkan pemakai untuk berenang jangka pendek ke *survival craft*.
- e. Sebuah *lifejacket* harus memiliki daya apung yang tidak kurang lebih dari 5% setelah 24 jam perendaman di air tawar.
- f. Sebuah *lifejacket* harus dilengkapi dengan peluit beserta tali.
- *Lifejacket Lights*
  - a. Setiap *Lifejacket lights* harus :
    1. Memiliki intensitas cahaya tidak kurang dari 0.75 cd di semua arah belahan atas
    2. Memiliki sumber energi yang mampu memberikan intensitas cahaya dari 0.75 cd untuk jangka waktu minimal 8 jam.
    3. Berwarna putih
  - b. Jika lampu yang dijelaskan di atas merupakan lampu berkedip, maka:
    1. Dilengkapi dengan sebuah saklar yang dioperasikan secara manual, dan

2. Tingkat berkedip tidak kurang dari 50 kedipan dan tidak lebih dari 70 kedip per menit dengan intensitas cahaya yang efektif minimal 0.75 cd



Gambar II.5. *Lifejacket*  
(Satriawansyah, 2016)

### 3. *Lifeboat*

*Lifeboats* merupakan satu alat keselamatan yang paling penting di atas kapal, yang digunakan pada saat keadaan darurat untuk meninggalkan kapal. Ada 2 jenis *lifeboats* utama yang biasa digunakan, antara lain:

#### a. *Davit-operated lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboats* yang penurunannya dioperasikan dengan sistem *davit*, yaitu dengan menggunakan bantuan mekanik dan diturunkan dari bagian samping kapal. Dalam satu kapal wajib ada 2 *lifeboat* yang masing-masing diletakkan pada bagian *port side & starboard side*. Satu *lifeboat* yaitu *totally enclosed lifeboat*, *partially enclosed lifeboat*, dan *open lifeboat*



Gambar II.6. *Davit-operated lifeboats tipe enclosed*  
([www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id), 2017)

*b. Free-fall lifeboats*

Merupakan jenis *lifeboat* yang penurunannya diluncurkan dari kapal. Untuk semua kapal *bulk carrier* yang dibangun setelah tanggal 1 Juli 2006 wajib menggunakan *free-fall lifeboat* (SOLAS Reg. III/31). Pada satu kapal dipasang *free-fall lifeboat* di bagian belakang kapal. Sama dengan *davit-operated lifeboat*, minimal mampu menampung seluruh *crew* kapal.



Gambar II.7. *Free-fall lifeboat*  
(Satriawansyah, 2016)

#### 4. Life raft

*Liferaft* adalah perahu penyelamat berbentuk kapsul yang ada di kapal yang digunakan sebagai alat menyelamatkan diri bagi semua penumpang kapal dalam keadaan bahaya yang mengharuskan semua penumpang untuk keluar dan menjauh dari kapal tersebut. Kapasitas *liferaft* tergantung dari besar kecilnya kapal dan banyaknya *crew*. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).



Gambar II.8. Gambar *Inflatable Liferaft*  
(Satriawansyah, 2016)

#### 5. Muster/ Assembly Station

Menurut *MSC/Circular.699 – Revised Guidelines for Passsanger Safety Instruatuons – (adopted on July 17, 1995) – Annex – Guidelines for Passanger Safety Instructions – 2 signs*. Ketentuan *muster station* adalah:

- a. *Muster station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. 2. Simbol *muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan untuk mudah terlihat.



Gambar II.9. *Assembly station*  
(Satriawansyah, 2016)



### II.2.2. Fire Control Equipment

Berikut ini adalah beberapa contoh jenis *fire control equipment* yang biasanya dipasang di kapal:

1. *Fire valve*

Fire valve adalah katup yang digunakan pada saat terjadi kebakaran.

2. *Master valve*

Master valve adalah katup yang digunakan untuk membantu fire valve dan valve yang lainnya.

3. *Emergency fire pump*

*FSS Code (Fire Safety System) Chapter 12*

Kapasitas pompa tidak kurang dari 40% dari kapasitas total pompa kebakaran yang dibutuhkan oleh peraturan II-2/10.2.2.4.1 .

4. *Fire pump*

*SOLAS Chapter II-2 Part C Regulasi 10.2.2 Water Supply System*

Kapal harus dilengkapi dengan pompa kebakaran yang dapat digerakkan secara independen (*automatic*)

5. *Fire Hose*

Menurut *SOLAS Reg. II/10-2*, panjang *fire hose* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

6. *Portable CO2 fire extinguisher*

*SOLAS Chapter II-2 Part C Regulation 10.3.2.3*

Pemadam kebakaran jenis CO2 tidak boleh ditempatkan pada ruangan akomodasi. Berat dan kapasitas dari pemadam kebakaran *portable*:

- a. Berat pemadam kebakaran *portable* tidak boleh lebih dari 23 kg.
- b. Untuk pemadam kebakaran jenis *powder* atau CO2 harus mempunyai kapasitas minimal 5 kg dan untuk jenis *foam* kapasitas minimal 9 L.

7. *Portable form extinguisher*

*FSS Code, Chapter 4.2 Fire Extinguisher*

Setiap alat pemadam yang berupa bubuk atau CO2 harus memiliki kapasitas minimal 5 kg, dan untuk pemadam kebakaran yang berupa busa (*foam*) harus memiliki kapasitas paling sedikit 9 L.

8. *Portable dry powder extinguisher*

*SOLAS Chapter II-2 Part G Reg. 19 3.7*

Alat pemadam kebakaran *portable* dengan total kapasitas minimal 12 kg bubuk kering atau setara dengan keperluan para ruang muat. Pemadam ini harus ditambahkan dengan pemadam jenis lain yang diperlukan pada bab ini.

9. *Bell fire alarm*

*MCA Publication LY2 section 13.2.9 Life Saving Appliance*

Untuk kapal kurang dari 500 GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirine yang dapat didengar di seluruh bagian kapal. Untuk kapal 500 GT dan di atasnya, kebutuhannya berdasarkan 13.2.9.1 harus dilengkapi dengan bel dan dioperasikan secara elektrik atau sistem klakson, yang menggunakan energi utama dari kapal dan juga energi saat gawat darurat.

10. Push button for fire alarm

*Push button for general alarm* ini digunakan / ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

11. *Smoke Detector* dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi. Pertimbangan diberikan pemasangan *smoke detector* untuk tujuan tertentu dengan pipa ventilasi .

12. *CO2 nozzle*

*CO2 nozzle* adalah nozzle untuk memadamkan kebakaran dengan menggunakan karbon dioksida.

13. *Firealarm panel*

*HSC Code – Chapter 7 – Fire Sfety – Part A – General – 7.7 Fire detection and extinguishing systems. Control panel* harus diletakkan pada ruangan atau pada *main fire control*.

### II.2.3. Menentukan Ukuran Utama Kapal

Dalam menentukan ukuran utama kapal, berikut ini variabel – variabel yang perlu diperhatikan:

1. Lpp (*Length between perpendicular*) yaitu Panjang yang di ukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (After Perpendicular/ AP) dan garis tegak haluan (Fore Perpendicular/ FP).
2. Loa (*Length Overall*) yaitu Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal

3.  $B_m$  (*Breadth Moulded*) yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
4.  $H$  (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal.
5.  $T$  (*Draught*) Yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
6. DWT (*Deadweight Ton*) yaitu berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum
7.  $V_s$  (*Service Speed*) ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal

#### II.2.4. Perhitungan Hambatan (*Resistance*)

Perhitungan hambatan kapal total yang di lakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang di butuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang di inginkan oleh owner (*owner requirement*). Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi dari besaran hambatan kapal, seperti ukuran kapal, bentuk badan kapal di bawah garis air, dan kecepatan kapal yang di butuhkan. Untuk menghitung hambatan kapal, di gunakan metode Holtrop dan Mennen. Adapun rumus perhitungan hambatan total sebagai berikut:

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1 + k) + C_A) + \frac{R_w}{W} W$$

Dengan :

$R_T$  : hambatan total kapal

$\rho$  : massa jenis zat cair

$V$  : kecepatan kapal

$S$ : Luas permukaan basah lambung kapal

$C_F$  : koefisien tahanan gesek

$(1 + k)$  : Koefisien faktor bentuk

$C_A$ : Koefisien tahanan udara

$R_w$  : Koefisien tahanan gelombang

$W$  : gaya keatas kapal atau *buoyancy*

### II.2.5. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ).

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar yaitu: (International Maritime Organization, 2008)

- a. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan
- b. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Titik-titik penting stabilitas kapal antara lain adalah:

- a. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)

KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus  $KM = KB + BM$ .

- b. KB (Tinggi Titik Apung dari Lunas)

Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari berdasarkan ketentuan:

- Untuk kapal tipe plat *bottom*,  $KB = 0,50d$
- Untuk kapal tipe V *bottom*,  $KB = 0,67d$
- Untuk kapal tipe U *bottom*,  $KB = 0,53d$

- c. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)

Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentris radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik

pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya. Titik M masih bisa dianggap tetap karena sudut olengnya kecil (100-150).

Lebih lanjut dijelaskan Rubianto (1996):

$BM = b^2/10d$ , dimana:  $b$  = lebar kapal (m)

$d$  = *draft* kapal (m)

d. KG (Tinggi Titik Berat dari Lunas)

Nilai KB untuk kapal kosong diperoleh dari percobaan stabilitas (*inclining experiment*), selanjutnya KG dapat dihitung dengan menggunakan dalil momen. Nilai KG dengan dalil momen ini digunakan bila terjadi pemuatan atau pembongkaran di atas kapal dengan mengetahui letak titik berat suatu bobot di atas lunas yang disebut dengan *vertical centre of gravity* (VCG) lalu dikalikan dengan bobot muatan tersebut sehingga diperoleh momen bobot tersebut, selanjutnya jumlah momen-momen seluruh bobot di kapal dibagi dengan jumlah bobot menghasilkan nilai KG pada saat itu.

e. GM (Tinggi Metasentris)

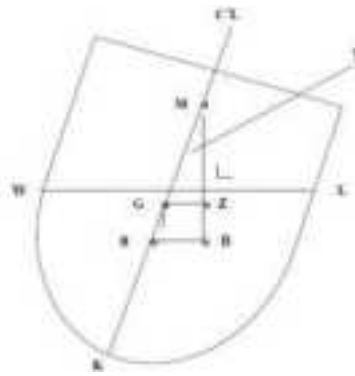
Tinggi metasentris atau *metacentris high* (GM) merupakan jarak tegak antara titik G dan titik M.

$$GM = KM - KG$$

$$GM = (KB + BM) - KG$$

f. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi (Rubianto, 1996). Momen penegak atau lengan penegak Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya keatas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Seperti pada Gambar II.10 merupakan sketsa momen penegak atau pengembali.



Gambar II.10. Sketsa momen penegak kapal  
(Kharismarsono, 2017)

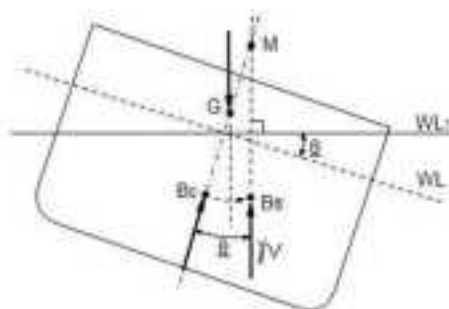
Beberapa hal yang perlu diketahui sebelum melakukan perhitungan stabilitas kapal antara lain adalah:

- Berat benaman (isi kotor) atau displasemen adalah jumlah ton air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tenggelam dalam air.
- Berat kapal kosong (*Light Displacement*) yaitu berat kapal kosong termasuk mesin dan alat-alat yang melekat pada kapal.
- Operating load* (OL) yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu:

- Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

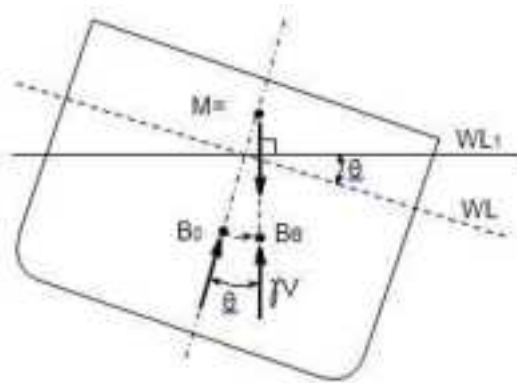


Gambar II.11. Kondisi stabilitas positif  
(Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.11 menggambarkan stabilitas positif dimana titik *metacenter* lebih besar kedudukannya daripada titik gravitasi.

b. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

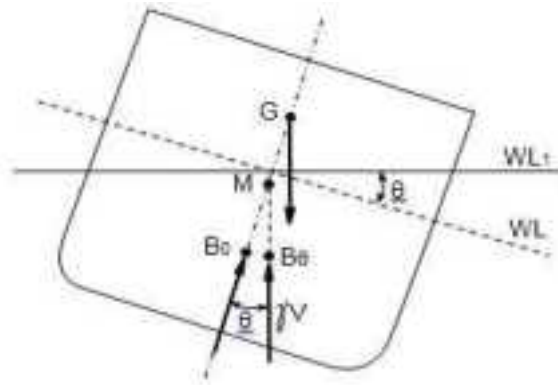


Gambar II.12. Kondisi stabilitas netral  
(Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.12 menggambarkan stabilitas netral dimana titik *metacenter* sama kedudukannya dengan titik gravitasi.

c. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar II.13. kondisi stabilitas negatif  
(Kharismarsono, 2017)

Pada Gambar II.13 menggambarkan kondisi stabilitas negatif yang harus dihindari. Pemeriksaan perhitungan stabilitas menggunakan kriteria berdasarkan *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1, yang isinya adalah sebagai berikut:

1.  $e_{0,30^\circ} \geq 0.055$  m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \geq 0.055$  m rad.
2.  $e_{0,40^\circ} \geq 0.09$  m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^\circ \geq 0.09$  m rad.
3.  $e_{30,40^\circ} \geq 0.03$  m.rad, luas Gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$  m rad.
4.  $h_{30^\circ} \geq 0.2$  m, lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng  $30^\circ$  atau lebih.
5.  $h_{\max}$  pada  $\phi_{\max} \geq 25^\circ$ , lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari  $25^\circ$
5.  $GM_0 \geq 0.15$  m, tinggi metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter

Sedangkan kriteria stabilitas tambahan untuk kapal penumpang adalah:

1. Sudut oleng akibat penumpang bergerombol di satu sisi kapal tidak boleh melebihi  $10^\circ$ .
2. Sudut oleng akibat kapal berbelok tidak boleh melebihi  $10^\circ$  jika dihitung dengan rumus berikut:

$$M_R = 0.196 \frac{V_0^2}{L} \Delta \left( KG - \frac{d}{2} \right)$$

Dengan :

$M_R$ = momen oleng (kN.m)



$V_0$  = kecepatan dinas (m/s)  
 $L$  = panjang kapal pada bidang air (m)  
 $\Delta$  = *displacement* (ton)  
 $d$  = sarat rata-rata (m)  
 $KG$  = tinggi titik berat di atas bidang dasar (m)

## II.2.6. Perhitungan Lambung Timbul (*Freeboard*)

*Freeboard* adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas.

Besarnya *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara  $L_{pp}$  dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada midship ( $B_m$ ). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada midship dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

Adapun langkah untuk menghitung *freeboard* berdasarkan *Load Lines* 1966 and *Protocol of* 1988 sebagai berikut :

Input Data yang Dibutuhkan :

### 1. Perhitungan

#### a. Tipe Kapal

Tipe A : kapal dengan persyaratan salah satu dari :

1. Kapal yang didisain memuat muatan cair dalam bulk.
2. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang *equivalent*.
3. Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Kapal tipe A : tanker, LNG carrier

Kapal tipe B : kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B : *Grain carrier, ore carrier, general cargo, passenger ships*

*b. Freeboard standart*

Yaitu *freeboard* yang tertera pada tabel *freeboard standart* sesuai dengan tipe kapal.

*c. Koreksi*

- Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
- koreksi blok koefisien ( $C_b$ )
- Koreksi tinggi kapal
- Tinggi standard bangunan atas dan koreksi bangunan atas
- *Minimum Bow Height*

Tabel II.2. Pengurangan Lambung Tipe B

<b>Tabel Freeboard standart</b> <i>[ Adapted from : International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988 ]</i>		
<b>Length of ships</b> <b>[ m ]</b>	<b>Freeboard [ mm ]</b>	
	<b>Tabel A</b>	<b>Tabel B</b>
140	1803	2109
141	1820	2130
142	1837	2151
143	1853	2171
144	1870	2190
145	1886	2209
146	1903	2229
147	1919	2250
148	1935	2271
149	1952	2293
150	1968	2315

## II.2.7. Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Wright Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT terbagi atas beberapa komponen, meliputi bahan bakar, berat minyak pelumas, berat air tawar, berat provision, berat orang (*crew* dan penumpang), dan berat barang bawaan. Perhitungan DWT ini di lakukan untuk satu kali perjalanan.

### II.2.8. Perhitungan *Trim*

Perhitungan trim pada perancangan kapal bertujuan untuk mengetahui keadaan apakah sebuah kapal mengalami *even keel* atau mengalami perbedaan sarat antara bagian haluan (*forepeak*) dan buritan (*afterpeak*). Jenis trim kapal pada umumnya dibagi menjadi dua jenis yaitu, trim *by bow* dan trim *bystern*. Kondisi kapal dapat dinyatakan *even keel* apabila telah memenuhi persyaratan koreksi berat ( $<0.5\%$ ) dan koreksi titik berat ( $<0.05\%$ ).

### II.2.9. Analisis Ekonomis

Dalam perhitungan ekonomis ada dua biaya yang perlu di perhatikan, yaitu biaya pembangunan, biaya operasional.

#### 1. Biaya pembangunan

Biaya pembangunan kapal pada umumnya terdiri dari :

- a. Biaya pembangunan komponen kapal, yaitu baja (*structural weight cost*)
- b. Biaya permesinan (*machinery cost*)
- c. Biaya peralatan (*hull outfitting cost*)

#### 2. Biaya Operasional

Secara umum, biaya operasional kapal terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Kedua biaya tersebut di antaranya adalah :

##### a. Biaya Variabel

1. Biaya bahan bakar (*fuel oil cost*)
2. Biaya minyak pelumas (*lubricant oil cost*)
3. Biaya minyak diesel (*diesel oil cost*)
4. Biaya air tawar (*fresh water cost*)
5. Gaji kru kapal

##### b. Biaya Tetap

1. Biaya reparasi dan perawatan kapal, biaya ini diambil dari 10% biaya pembangunan kapal.
2. Biaya asuransi, biaya ini diambil dari 2% biaya pembangunan kapal.

Untuk perhitungan biaya operasional, disesuaikan terhadap jarak pelayaran, waktu pelayaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Pada Tugas Akhir ini perhitungan ekonomis menggunakan "Pedoman Pembuatan Perkiraan Biaya (*Cost Estimate*) Direktorat Pengolahan PERTAMINA".

### II.3. Rute Pelayaran

Berdasarkan rencana Menteri Perhubungan, *Truck Carrier Ro-Ro* yang akan dibangun ini akan berlayar dari Lampung menuju ke Bali. Dimana Pelayaran ini dimulai dari Pelabuhan Panjang, Lampung (1)-Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta (2)-Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang (3)-Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya (4) – Pelabuhan Benoa, Bali (5).



Gambar II.14. Rute pelayaran

### II.4. Tinjauan Pustaka

Berisi referensi dan/atau hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian atau desain

#### II.4.1. Kebijakan Menteri Perhubungan

Menteri Perhubungan, Budi Karya Sumadi berencana menjadikan Kapal roll-on/Roll-off atau RoRo menjadi alat angkut truk ekspedisi. Tidak hanya dari pulau ke pulau melainkan antar pulau. Dengan adanya program ini, diharapkan dapat mengurangi kepadatan jumlah truk di jalan raya yang biasanya menimbulkan kemacetan, jalan rusak, hingga rawan keselamatan. Selama ini Kapal Ro-Ro hanya mengangkut barang dari pulau ke pulau, misalnya penyebrangan Bakauheni – Merak. Akibatnya untuk perjalanan lebih jauh harus menempuh jalan darat. Oleh karena itu, Mantan Direktur Utama Angkasa Pura II itu meminta Syahbandar

Pelabuhan dan PT.ASDP untuk bekerja sama dalam mewujudkan rute pelayaran ro-ro yang lebih panjang(kompas.com, 2016).

#### **II.4.2. Analisis Payload**

Dalam menentukan *payload* yang akan digunakan untuk *Truck Carrier Ro-Ro* ini, ada 3 parameter nilai yang di gunakan yaitu, NPV, IRR dan BEP.

1. NPV (*Net Present Value*)

NPV adalah Nilai kelayakan investasi, dimana nilai ini menunjukkan nilai keuntungan bersih perusahaan dalam jangka waktu tertentu.

2. IRR (*Internal Rate of Return*)

IRR adalah indikator yang menentukan sebuah investasi tersebut layak dilanjutkan. IRR berfungsi untuk menentukan lama pengembalian modal.

3. BEP (*Break Event Point*)

BEP adalah titik yang menunjukkan dimana kondisi perusahaan/investasi tersebut tidak mendapat keuntungan ataupun kerugian (modal kembali).

#### **II.4.3. Cargo Securing**

*Cargo securing* pada kapal ini menggunakan sistem *lashing*. Sistem Lashing adalah sistem pengikatan kendaraan yang dimuat di atas kapal agar kendaraan tetap pada posisinya pada saat kapal berlayar. Pada Peraturan Menteri Perhubungan 115 Tahun 2016 terdapat aturan mengenai tatacara petunjuk pengamanan (*securing*)kendaraan di atas kapal. Pengamanan dilakukan minimal dua titik pada setiap sisi roda kendaraan.

Sedangkan petunjuk untuk cara pengikatan adalah sebagai berikut:

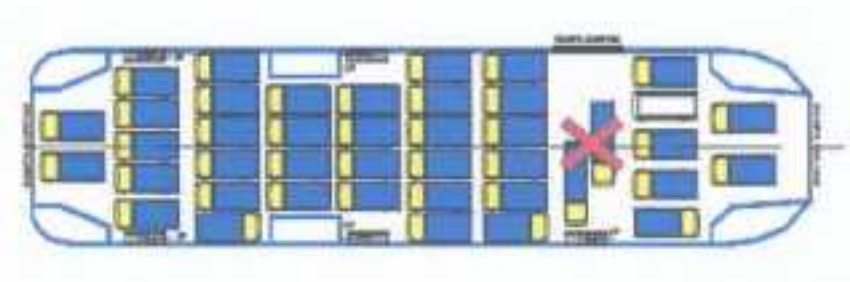
1. Beban pengamanan kendaraan tidak boleh kurang dari 100 kN. Jadi untuk kendaraan dengan berat kurang dari 15 ton harus menggunakan beban 100 kN.
2. Desain pengikatan benar-benar kuat dan aman selama kapal berlayar.
3. Pengikatan hanya dilakukan pada posisi titik pengamanan, dengan sudut antara pengikat terhadap horizontal dan vertical kendaraan adalah 30° sampai 40°.

Di dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor 115 tahun 2016 terdapat ketentuan pengikatan kendaraan sebagai berikut:

1. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 3.5 sampai 20 ton harus menggunakan minimal dua alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.

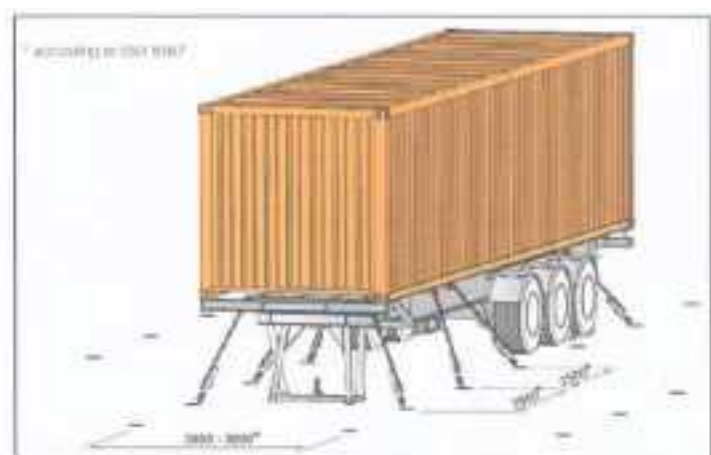
2. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 20 sampai 30 ton harus menggunakan minimal tiga alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.
3. Kendaraan yang berat keseluruhannya antara 30 sampai 40 ton harus menggunakan minimal empat alat pengikat (*lashing gear*) dengan beban kerja yang aman yang sesuai pada masing-masing sisi kendaraan.
4. Jarak antara muka dan belakang masing-masing kendaraan 30 cm.
5. Jarak antara salah satu sisi kendaraan minimal 60 cm.
6. Untuk kendaraan yang bersebelahan dengan dinding kapal, berjarak 60 cm dihitung dari lapisan dinding dalam.

Berikut adalah contoh aturan penempatan kendaraan di atas kapal sesuai aturan Menteri Perhubungan 115 Tahun 2016.



Gambar II.15. Aturan penempatan kendaraan  
(Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 115, 2016)

Gambar II.15 menunjukkan bahwa kendaraan ditempatkan memanjang searah haluan atau buritan kapal dan tidak boleh melintang kapal agar stabilitas kapal tetap terjaga.



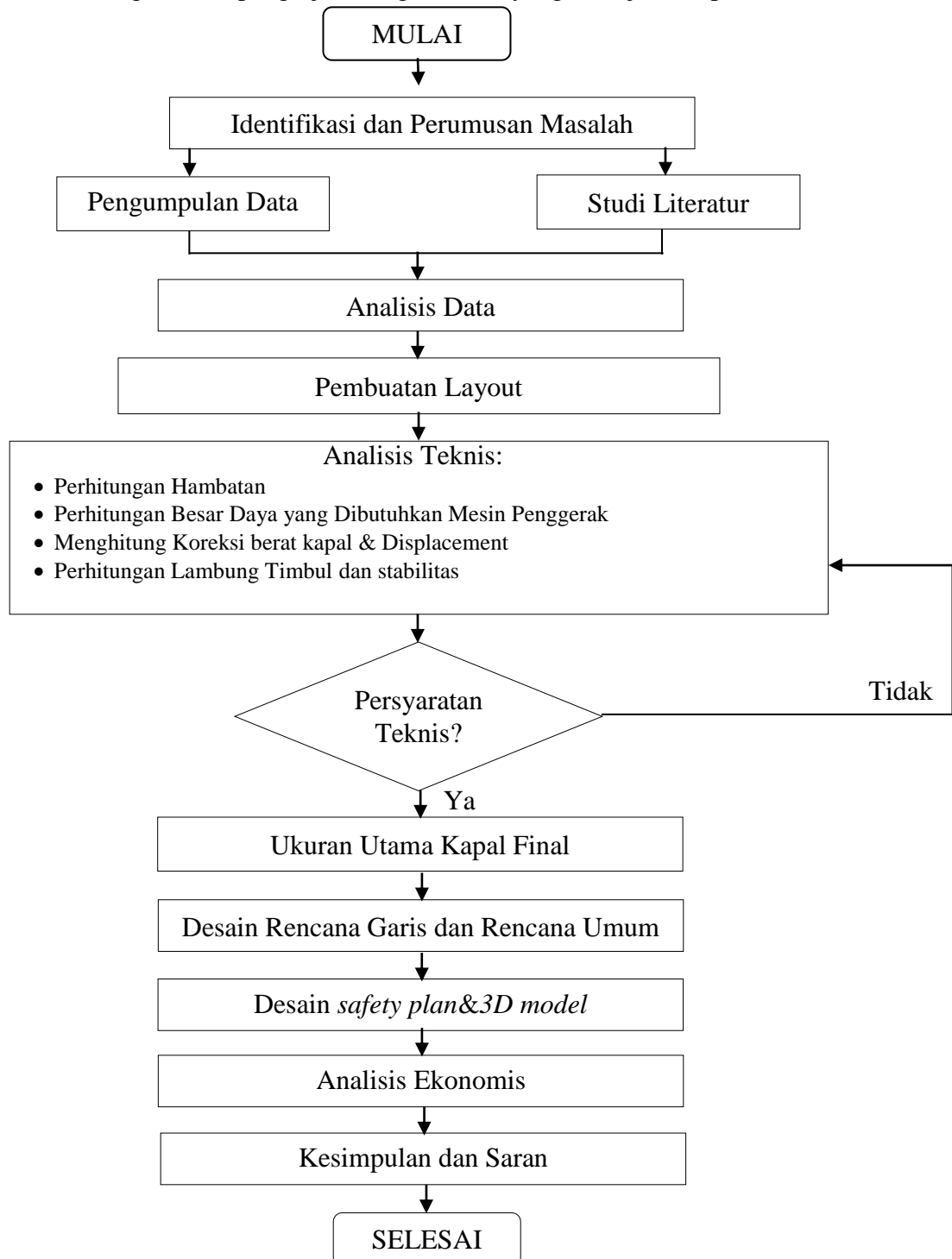
Gambar II.16. Pengikatan pada kendaraan besar  
(Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 115, 2016)

Gambar II.16 menunjukkan pengikatan pada kendaraan besar dengan bobot 30 sampai 40 ton, dimana pengikatannya harus menggunakan rantai minimal sebanyak 4 buah.

## BAB III METODOLOGI

### III.1. Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir pengerjaan Tugas Akhir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar III.1. Diagram alir pengerjaan Tugas Akhir



## **III.2. Tahap Pengerjaan**

### **III.2.1. Tahap Identifikasi Masalah**

Pada tahap awal ini dilakukan identifikasi permasalahan berupa:

1. Kemacetan yang ditimbulkan truk pada jalan raya.
2. Manfaat *Truck Carrier Ro-Ro* sebagai moda transportasi laut.

### **III.2.2. Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan serta teori-teori yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini, bisa dalam bentuk hasil penelitian sebelumnya agar bisa lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dilakukan. Studi yang dilakukan diantaranya:

➤ **Tinjauan Wilayah Pelabuhan**

Tinjauan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik dari masing-masing pelabuhan yang akan di lalui.

➤ **Pintu Rampa**

Pintu rampa yang digunakan ada 3 jenis, yaitu *sternramp*, *bowramp*, dan *inboardramp*.

➤ **Metode Desain kapal**

Ada beberapa metode dalam proses mendesain kapal yang perlu diketahui dan dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam pemilihan metode mana yang sesuai.

Metode yang digunakan adalah *parametric design approach*

➤ **Tinjauan Teknis Desain Kapal**

Meliputi perhitungan berat, hambatan, trim, lambung timbul dan stabilitas.

### **III.2.3. Tahap Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. **Data Kebutuhan Rute Pelayaran Lampung-Bali**

Data didapat dari Tugas Akhir Rahmita, 2015. Dimana data tersebut dijadikan acuan dasar untuk menentukan *payload* awal.

2. **Data Lama Perjalanan Truck Melalui Jalur Darat**

Data ini diperlukan untuk mengetahui lama perjalanan truk melalui jalur darat untuk mendapatkan kecepatan kapal yang cocok untuk digunakan.

#### **III.2.4. Tahap Pengolahan Data**

Dari data-data yang didapatkan, maka proses berikutnya adalah pengolahan data tersebut sebagai input dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui beberapa hal diantaranya:

1. Penentuan *Payload*
2. Penentuan Ukuran utama kapal
3. Menghitung *Light Weight Tonnage* dan *Dead Weight Tonnage*
4. Menghitung *displacement*
5. Menghitung *freeboard*
6. Menghitung stabilitas

#### **III.2.5. Tahap Perencanaan**

Pada tahapan ini akan dilakukan proses perencanaan (desain) kapal .Perencanaan yang dilakukan terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Desain Rencana Garis

Pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Setelah proses desain rencana garis selesai, proses berikutnya adalah menyempurnakan atau menyelesaikan desain rencana garis dengan bantuan *software AutoCad*.

2. Desain Rencana Umum

Dari rencana garis yang telah didesain, dibuatlah rencana umum dari tampak depan, samping, dan belakang. Di dalam rencana umum ini sudah termasuk penataan ruangan, peralatan, perlengkapan, muatan, dan hal lainnya.

3. Desain Perencanaan Keselamatan Kapal

Dari rencana umum yang telah didesain, dibuatlah perencanaan keselamatan kapal. Di dalam perencanaan keselamatan kapal ini jumlah penumpang diperhitungkan dalam penentuan jumlah peralatan keselamatan. Perencanaan keselamatan kapal mengacu pada SOLAS 1974.

4. Permodelan 3D

Dari rencana garis dan rencana umum yang telah diselesaikan, maka dibuatlah permodelan 3D dari desain kapal ini dengan bantuan *software maxsurf* dan *sketchup*.

### **III.2.6. Perhitungan Biaya**

Perhitungan biaya yang dilakukan adalah estimasi biaya pembangunan kapal, estimasi BEP (*Breakeven Point*) dan harga tiket.

### **III.2.7. Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada.

Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

## BAB IV ANALISIS TEKNIS

### IV.1. Penentuan *Payload*

Penentuan *payload* dari *Truck Carrier Ro-Ro* ini mengacu pada Tugas Akhir Rahmita(2015), dimana di dapatkan nilai *payload* awal sebesar 144 truk. Dari nilai tersebut di buat beberapa variasi *payload* dengan *range* ke bawah dan ke atas, yaitu 106 truk, 131 truk, 164 truk, 180 truk dan 200 truk. Kemudian di buat *layout* awal dari masing-masing variasi tersebut, sehingga di dapatkan ukuran utama awal dari tiap-tiap variasi. Setelah ukuran utama didapatkan, maka data tersebut di olah sehingga didapatkan Biaya Kapital, Biaya Operasional, Biaya Pelayaran, Biaya Bongkar Muat, pendapatan, tarif, NPV, IRR, BEP dari tiap variasi *payload* tersebut yang berguna untuk menentukan *payload* yang akan di gunakan pada tugas akhir ini.

#### IV.1.1. Perhitungan Biaya dan Pendapatan

Penentuan biaya pada kapal menggunakan rumus pendekatan, asumsi dan penelitian yang sudah ada sebelumnya.

Biaya kapital serta biaya operasional dari tiap variasi *payload* digunakan untuk mencari nilai NPV, IRR, dan BEP yang berguna sebagai indikator dalam menentukan variasi *payload* yang optimum digunakan dalam tugas akhir ini.

Tabel IV.1. Perhitungan Biaya Kapital

Cost	Detail	%	\$
DIRECT COST	<b>1. Hull Part</b>		
	1.a. Steel plate and profile	21.00	\$3,107,365.97
	1.b. Hull outfit, deck machiney and accommodation	7.00	\$1,035,788.66
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50	\$369,924.52
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00	\$295,939.62
	1.e. Coating (BWT only)	1.50	\$221,954.71
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment	1.00	\$147,969.81
	1.g. Hull spare part, tool, and inventory	0.30	\$44,390.94
	<b>Subtotal (1)</b>	<b>35.30</b>	<b>\$5,223,334.23</b>
	<b>2. Machinery Part</b>		
	2.a. Propulsion system and accessories	12.00	\$1,775,637.70

	2.b. Auxiliary diesel engine and accessories	3.50	\$517,894.33
	2.c. Boiler and Heater	1.00	\$147,969.81
	2.d. Other machinery in in E/R	3.50	\$517,894.33
	2.e. Pipe, valves, and fitting	2.50	\$369,924.52
	2.f. Machinery spare part and tool	0.50	\$73,984.90
	<b>Subtotal (2)</b>	<b>23.00</b>	<b>\$3,403,305.59</b>
	<b>3. Electric Part</b>		
	3.a. Electric power source and accessories	3.00	\$443,909.42
	3.b. Lighting equipment	1.50	\$221,954.71
	3.c. Radio and navigation equipment	2.50	\$369,924.52
	3.d. Cable and equipment	1.00	\$147,969.81
	3.e. Electric spare part and tool	0.20	\$29,593.96
	<b>Subtotal (3)</b>	<b>8.20</b>	<b>\$1,213,352.43</b>
	<b>4. Construction cost</b>		
	Consumable material, rental equipment and labor	20.00	\$2,959,396.17
	<b>Subtotal (4)</b>	<b>20.00</b>	<b>\$2,959,396.17</b>
	<b>5. Launching and testing</b>		
	<b>Subtotal (5)</b>	<b>1.00</b>	<b>\$147,969.81</b>
	<b>6. Inspection, survey and certification</b>		
	<b>Subtotal (6)</b>	<b>1.00</b>	<b>\$147,969.81</b>
	<b>TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>	<b>88.50</b>	<b>\$13,095,328.03</b>
<b>INDIRECT COST</b>	7. Design cost	3.00	\$443,909.42
	8. Insurance cost	1.00	\$147,969.81
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost.	2.50	\$369,924.52
	<b>TOTAL II (sub 7+ 8 + 9)</b>	<b>6.50</b>	<b>\$961,803.75</b>
<b>MARGIN</b>	<b>TOTAL III</b>	<b>5.00</b>	<b>\$739,849.04</b>
<b>GRAND TOTAL (I + II + III)</b>		<b>100.00</b>	<b>\$14,796,980.83</b>

Tabel IV.2. Biaya Operasional

Biaya Operasional				
Jenis	Jumlah	Harga Satuan	Satuan	Total
Gaji Kru	23 Orang	6,000,000	/Org. Bln	1,656,000,000
Perbaikan	10% x Biaya kapital		/Tahun	45,009,862,990
Asuransi	2% x Biaya kapital		/Tahun	9,001,972,598
Manajemen	4% x Biaya kapital		/Tahun	18,003,945,196
Perbekalan	8,050.00 KG	7,000	/KG	18,595,500,000
Pelumas	255.44 KG	19,000	/KG	1,601,620,941
Operasional (Rp/Kapal.Tahun)				93,868,901,724

Tabel IV.3. Biaya Perjalanan (Pelayaran)

Biaya Perjalanan			
Jenis	Tarif	Satuan	Total
Bunker HSD	5,150	Rp/Liter	43,294,556,500
Labuh	73	/GT/Call	-
Pandu	78,400	/Kapal/GRK	-
	22	/GT/Kapal/G	-
Tunda	465,000	/Kapal/Jam	-
	3	/GT/Kapal/Ja	-
Tambat	68	/GT/Etmal	72,850,254
Total Biaya Perjalanan (Rp/Kapal.Tahun)			43,367,406,754

Tabel IV.4. Biaya Bongkar Muat

Biaya Penanganan Muatan			
Jenis	Tarif	Satuan	Total
Tarif muat truk			
			-
truk	10,000	Rp/truk	3,650,000
Total Biaya Penanganan Muatan (Rp/Kapal.Tahun)			474,500,000

#### IV.1.2. Penentuan nilai NPV, IRR, BEP

Setelah didapatkan harga yang sudah di hitung sebelumnya maka bisa di dapatkan nilai NPV, IRR dan BEP dari tiap-tiap variasi *payload*. Sudah dijelaskan pada Bab II.4.2, nilai ini di gunakan sebagai indikator untuk menentukan *payload* yang akan di gunakan. Pada perhitungan ini dimana biaya modal dipengaruhi oleh faktor bunga bank dikarenakan biaya modal sebesar 75% adalah pinjaman.Selain itu nilai ini juga di pengaruhi oleh besarnya tarif yang akan di gunakan.

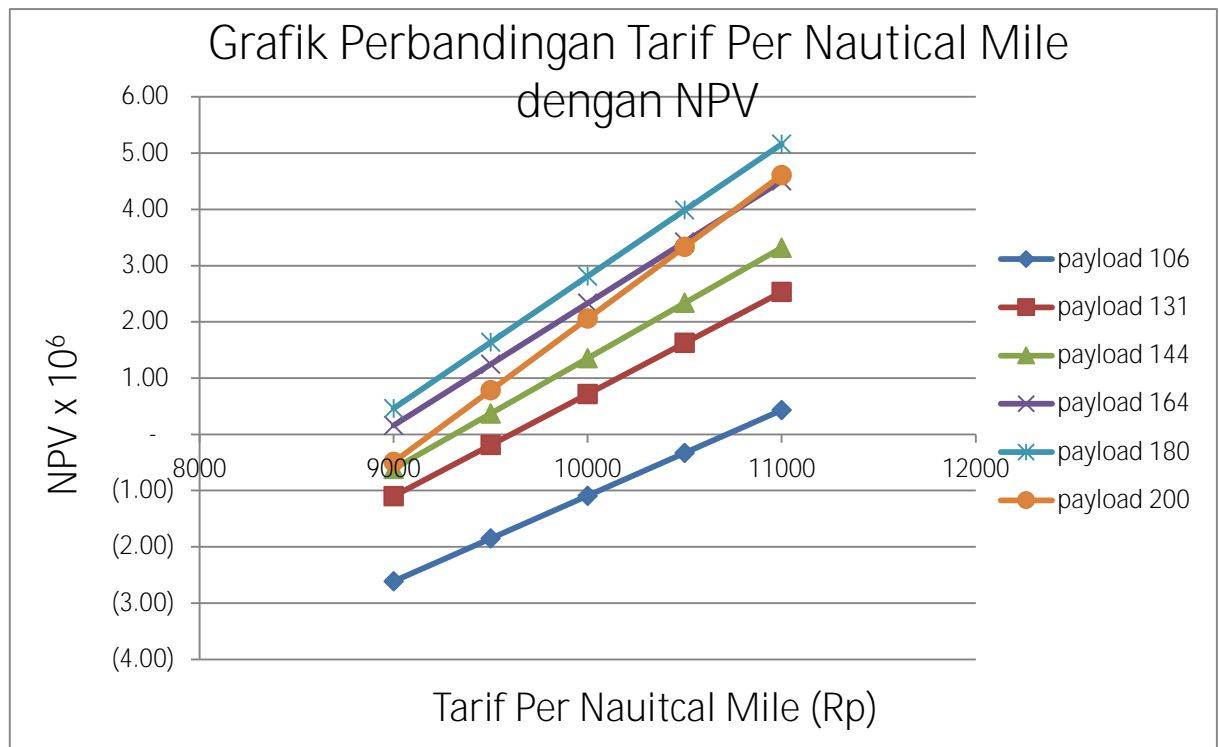
Tabel IV.5 Perhitungan nilai NPV, IRR, BEP

Unit: Rp. (M)		Payload 180 truk		Budget Bank			
Capital Cost =	197,895,784.438			15,477,725,800.00	Rp/Year		15,888,821,732.43
75% capital cost =	147,821,838.471	(Pinjaman)					
25% capital cost =	49,473,946.107	(uang sendiri)		49,354,096,377.79	Rp/Year		
Modal awal Total =	517,376,434,448.81						
Operational Cost =	93,866,981,738	Rp/year		161,379,034,310.38		0%	Per 1 Tahun
Biaya Perjalanan =	43,367,406,754	Rp/year				0%	Per 1 Tahun
Biaya Penanganan Muatan =	474,500,000	Rp/year				0%	Per 2 Tahun
Pendapatan/ship =	1,530,200,000		130				
Pendapatan/year =	198,926,000,000			12,764,365,389.42		8%	Per 3 Tahun
Tahun ke	0	1	2	3	4	5	
Biaya Kapital	(517,376.43)						
Biaya Operasional		161,379.03	161,379.03	161,379.03	161,379.03	161,379.03	170,286.2473
Pendapatan		198,926.00	198,926.00	198,926.00	198,926.00	198,926.00	2,099,466.6667
NPV	(517,376.43)	12,764.36	12,764.36	12,764.36	12,764.36	12,764.36	5,686,379.11
Cash Flow	(517,376.43)	198,926.00	198,926.00	198,926.00	198,926.00	198,926.00	1,802,735.54
IRR	1000000.00%	12.000000 %	12.000000 %	12.000000 %	12.000000 %	12.000000 %	

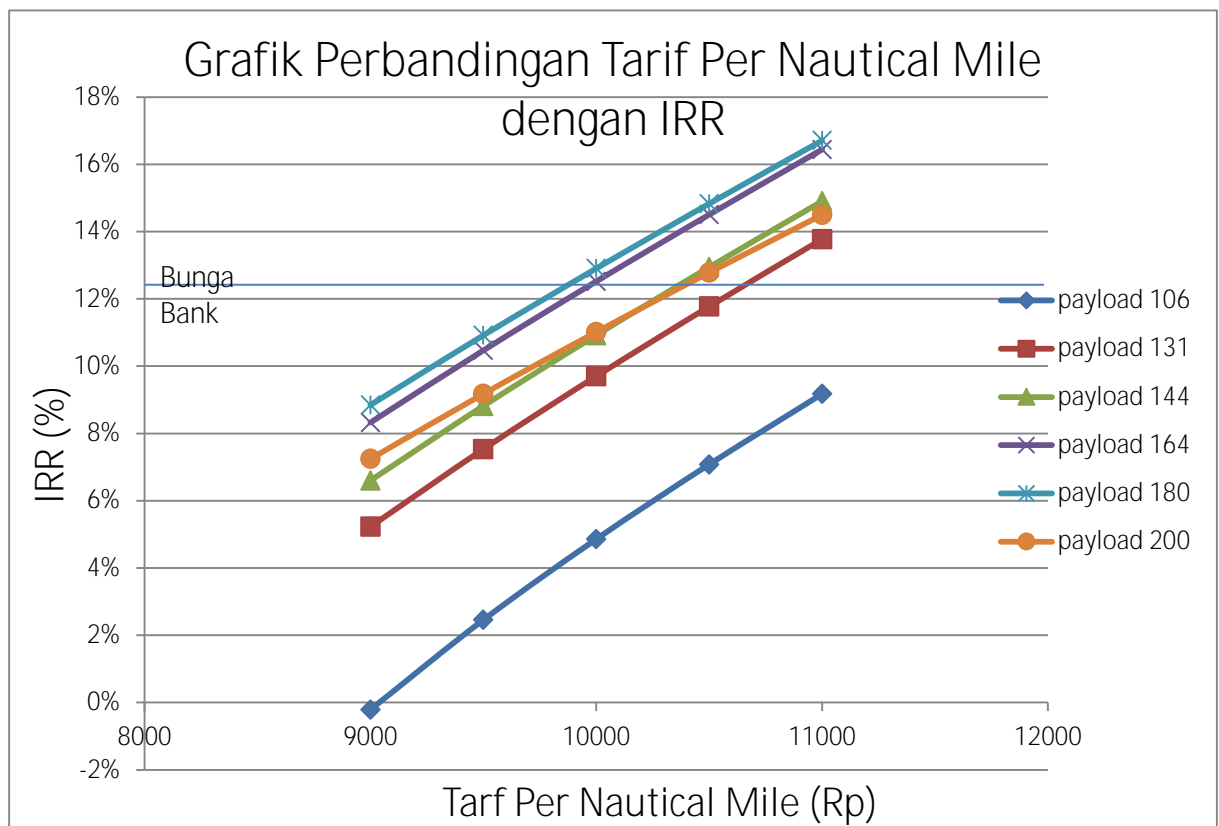
Setelah nilai NPV, IRR dan BEP dari tiap variasi *payload* di hitung, hasil tersebut di tabulasikan seperti pada Tabel IV.6. sehingga didapatkan grafik perbandingan untuk menentukan *payload* yang akan digunakan.

Tabel IV.6. Tabulasi perhitungan NPV, IRR dan BEP

Bunga bank		12.5%					
TABELASI PERHITUNGAN NPV, IRR, BEP							
Variasi Payload (Jumlah Truk)	Tarif (Nautical Miles (Rp))	Keuntungan Bersih (Rp) x 10 <sup>4</sup>	Waktu BEP (tahun ke -)	NPV x 10 <sup>4</sup>	IRR		
106	7000	2.39	13	0.43		90%	
106	10500	(3.97)	14	(0.33)		75%	
106	10000	(10.33)	16	(1.09)		50%	
106	9500	(16.69)	18	(1.89)		25%	
106	9000	(23.05)	-	(2.61)		0%	
131	7000	23.21	9	2.53		14%	
131	10500	15.62	11	1.62		12%	
131	10000	8.04	12	0.72		10%	
131	9500	0.46	14	(0.19)		8%	
131	9000	(7.13)	16	(1.10)		5%	
144	7000	31.76	9	3.32		15%	
144	10500	23.55	10	2.34		13%	
144	10000	15.33	11	1.35		10%	
144	9500	7.12	13	0.37		8%	
144	9000	(1.10)	14	(0.51)		7%	
164	7000	43.98	8	4.51		16%	
164	10500	34.90	9	3.42		15%	
164	10000	25.82	10	2.33		13%	
164	9500	16.74	11	1.25		10%	
164	9000	7.66	13	0.16		8%	
180	7000	52.38	8	5.16		17%	
180	10500	42.56	9	3.90		15%	
180	10000	32.75	10	2.61		13%	
180	9500	22.93	11	1.64		10%	
180	9000	13.11	12	0.46		8%	
200	7000	54.83	9	4.51		14%	
200	10500	44.15	10	3.33		13%	
200	10000	33.50	11	2.06		10%	
200	9500	22.84	12	0.78		8%	
200	9000	12.19	13	(0.49)		7%	

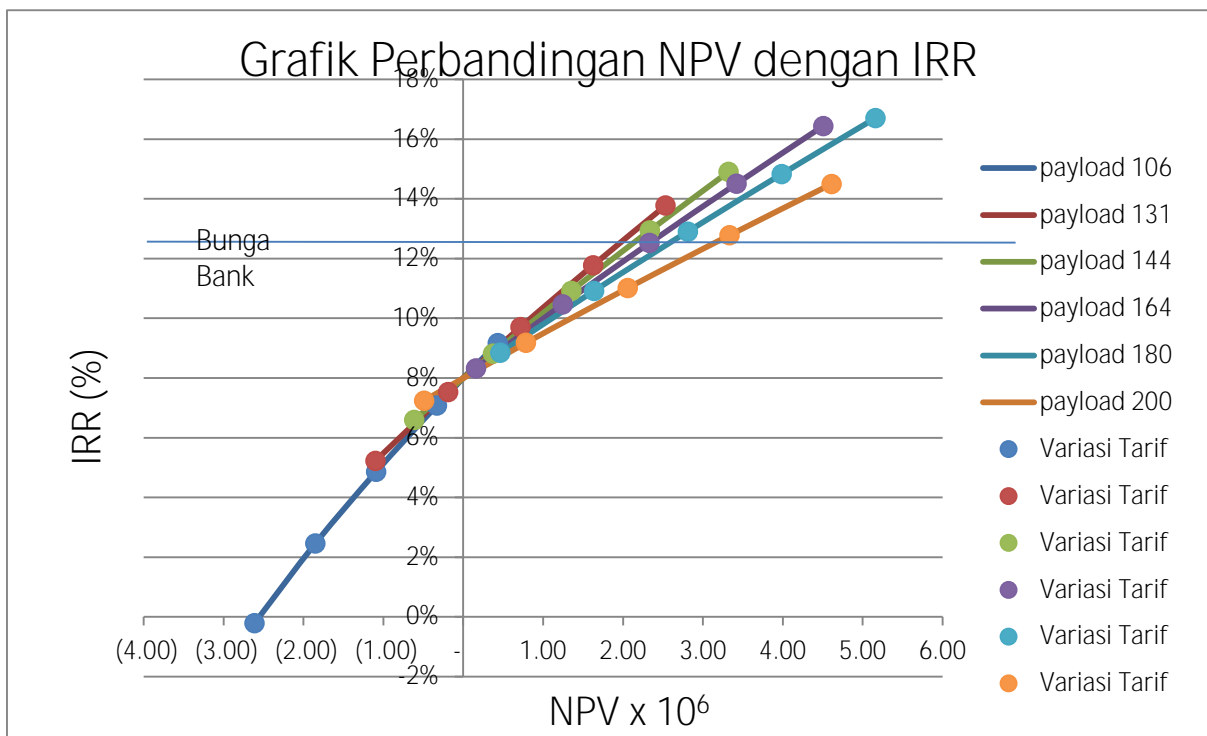


Grafik IV.1. Grafik perbandingan tarif per *Nautical Mile* dengan NPV

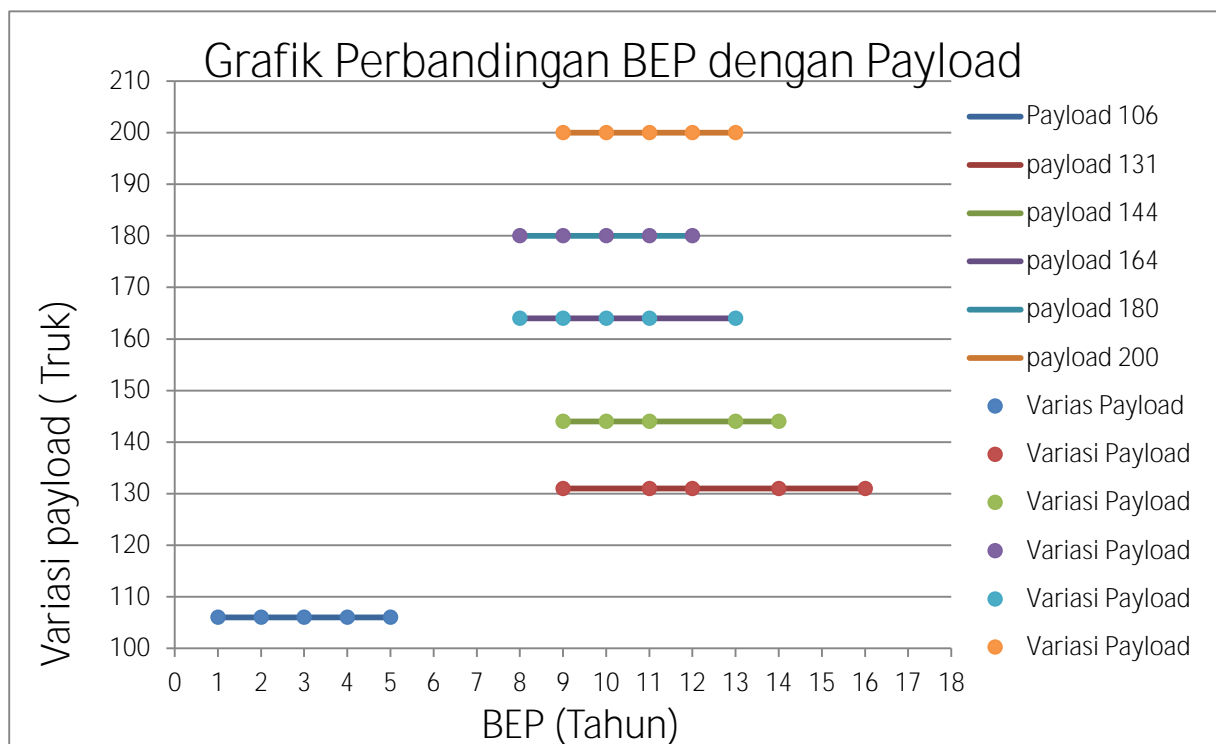


Grafik IV.2. Grafik perbandingan tarif per *Nautical Mile* dengan IRR





Grafik IV.3. Grafik perbandingan tarif per NPV dengan IRR



Grafik IV.4. Grafik perbandingan tarif per BEP dengan *payload*

#### IV.1.3. Penentuan *Payload* yang Akan Digunakan

Berdasarkan Grafik IV.1, Grafik IV.2, Grafik IV.3, Grafik IV.4 dapat disimpulkan bahwa variasi *payload* yang paling optimum adalah *payload* dengan jumlah 180 truk. *Payload* tersebut di pilih di karenakan oleh nilai IRR serta NPV yang paling tinggi, selain itu juga memiliki nilai BEP yang paling rendah seperti terlihat pada Tabel IV.6. Berdasarkan analisis pada Bab IV.1.2, didapatkan nilai *payload* yang akan digunakan dalam tugas akhir ini yaitu, 180 truk.

#### IV.2. Penentuan Tarif

Perbandingan tarif truk menggunakan kapal dengan menggunakan jalur darat untuk rute Jakarta - Surabaya			
Rute	Akses	Tarif per Nautical Mile	Tarif
Jakarta - Surabaya	Laut	9,000.00	3,852,000.00
Jakarta - Surabaya	Laut	9,500.00	4,066,000.00
Jakarta - Surabaya	Laut	10,000.00	4,280,000.00
Jakarta - Surabaya	Laut	10,500.00	4,494,000.00
Jakarta - Surabaya	Laut	11,000.00	4,708,000.00
Jakarta - Surabaya	Darat	-	7,500,000.00

Tabel IV.7 Tabel perbandingan tarif

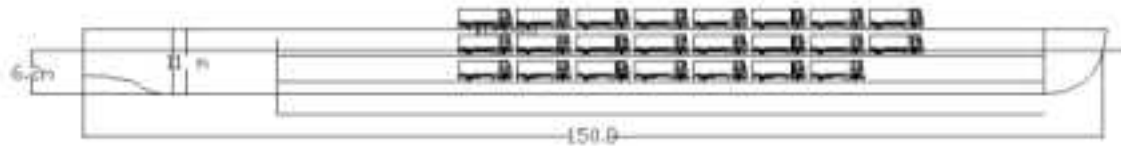
Penentuan tarif yang digunakan menggunakan asumsi serta perbandingan dengan harga di tarif truk melalui akses darat. Dibandingkan dengan tariff akses darat dikarenakan tugas akhir ini bertujuan untuk membangun *Truck Carrier Ro-Ro* yang ekonomis, dimana tarif yang di berikan oleh *Truck Carrier Ro-Ro* ini akan lebih murah di bandingkan akses darat.

Perbandingan yang di lakukan untuk menentukan tarif dalam tugas akhir ini adalah membandingkan harga *Truck Carrier Ro-Ro* dengan akses darat pada Rute Jakarta-Surabaya. Dimana sebelumnya didapatkan nilai unitcost/Nm untuk *Truck Carrier Ro-Ro* denga jumlah 5 variasi yaitu, Rp 9.000 , Rp 9.500 , Rp 10.000 , Rp 10.500 , Rp 11.000 .

Dari Tabel IV.7 dapat di lihat bahwa unitcost/Nm yang bernilai Rp.11.000 masih lebih murah dibandingkan dengan harga truk melalui jalur darat, dimana tarif *Truck Carrier Ro-Ro* melalui jalur laut adalah Rp 4.708.000 sedangkan melalu jalur darat adalah Rp 7.500.000 , dimana akses menggunakan jalur laut lebih murah sebesar Rp 2.792.000. Berdasarkan analisis di atas, disimpulkan bahwa nilai *unitcost/nm* sebesar Rp 11.000 layak di pakai dalam tugas akhir ini.

### IV.3. Penentuan Ukuran Utama

Setelah didapatkan nilai *payload* yang digunakan, maka dapat ditentukan ukuran utama yang dipakai adalah ukuran utama dari *payload* 180 truk. berikut ini layout awal dari *payload* 180 truk.



Gambar IV.3. *Layout awal side view*



Gambar IV.1. *Layout awal first deck*



Gambar IV.2. *Layout awal second deck*



Gambar IV.4. *Layout awal third deck*

Dari layout pada Gambar IV.1, Gambar IV.2, Gambar IV.4 dapat dilihat bahwa truk berjumlah 180, dimana pada deck 3 berjumlah 62 truk, deck 2 berjumlah 56 truk, dan deck 1 berjumlah 62 truk..

Ukuran utama pada kapal ini ditentukan berdasarkan jumlah muatan dan disesuaikan dengan aturan penempatan kendaraan di atas kapal. Sehingga didapatkan ukuran utama kapal sebagai berikut:

Lpp	: 145	m
Lwl	: 150.8	m
B	: 30	m
H	: 11	m
T	: 6.0	m

Ukuran utama tersebut kemudian disesuaikan dengan batasan-batasan perbandingan ukuran utama sebagai berikut:

L/B	=	4.83	$3.5 < L/B < 8$
B/T	=	4.84	$1.8 < B/T < 5$
L/T	=	23.39	$10 < L/T < 30$
L/16	=	9.06	$H > L/16$

Dari pemeriksaan batasan-batasan perbandingan ukuran utama tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal memenuhi karena hasil perbandingan masuk dalam *range* yang telah ditentukan.

Dari perhitungan teknis yang telah dilakukan, dilakukan analisis teknis meliputi pemeriksaan berat, stabilitas, *trim*, dan lambung timbul kapal. Dari pemeriksaan teknis yang telah dilakukan, diketahui bahwa ukuran utama awal yang digunakan sudah memenuhi pemeriksaan berat.

#### IV.4. Perhitungan Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama kapal, dan telah disesuaikan dengan batasan rasio ukuran utama kapal selanjutnya dilakukan perhitungan teknis meliputi perhitungan hambatan, penentuan mesin dan generator, perhitungan berat baja kapal, perhitungan peralatan dan perlengkapan, perhitungan LWT, perhitungan DWT, *Trim*, lambung timbul dan stabilitas.

#### IV.4.1. Perhitungan Hambatan

Dalam perhitungan hambatan menggunakan metode yang sudah di jelaskan pada Bab II.2.4. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai hambatan sebesar 336,378 kN

#### IV.4.2. Penentuan Mesin dan Generator

Dari perhitungan pada IV.4.1, maka didapatkan nilai *Break Horse Power* (BHP) sebesar 6562,194 kW. BHP dijadikan sebagai *requirement* minimum dalam menentukan mesin induk dan generator.

Pemilihan Mesin Induk	
Merk	MAN B&W
TYPE	6L32/44CR
Daya	3360 kW
	4568.256 HP
RPM	750 rpm
L	6155 mm
W	2355 mm
H	4165 mm
Dry mass	39 ton
Konsumsi Fuel Oil	179 g/kWh
Konsumsi Lub Oil	0.5 g/kWh

Gambar IV.5. Katalog Mesin Induk



Gambar IV.6. Mesin MAN B&W 6L32/44CR

Pemilihan Genset	
Merk:	MAN Diesel
Type:	8L21/31
Daya =	1760 kW
W =	3183 mm
L =	3959 mm
H =	3183 mm
Dry mass =	11.4 ton
Konsumsi Fuel Oil	
	189 g/kWh
Konsumsi Lubricating Oil	
	0.8 g/kWh

Gambar IV.7. Katalog generator



Gambar IV.8. Generator MAN L21/31

#### IV.4.3. Perhitungan Berat Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal didapatkan dengan menggunakan metode Harvald & Jensen(1992), dari buku *Ship Design Efficiency and Economy* (Schneekluth : 1998).

Berikut ini adalah hasil perhitungan berat baja kapal:

Volume Deck House

$$\begin{aligned} V_{DH} &= V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} + V_{AN} \\ &= 3318.00 \quad m^3 \end{aligned}$$

Total Berat Baja (hull)

$$\begin{aligned} W_{ST} &= L_{PP} \cdot B \cdot D_A \cdot C_S \\ &= 6250.21 \quad ton \end{aligned}$$

Titik Berat Baja( Hull)

$$\begin{aligned} KG &= DA \cdot C_{KG} \\ &= 6.676 \quad m \\ LCG_{(\%)} &= -0,15 + LCB(\%) \\ &= 0.468 \quad \% L \\ LCG_M &= LCG(\%) \cdot L_{PP} \\ &= 0.679 \quad m \\ LCG_{FP} &= 0.5 \cdot L_{PP} - LCG_M \\ &= 71.821 \quad m \end{aligned}$$

#### IV.4.4. Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan untuk berat peralatan dan perlengkapan menggunakan rumus pendekatan, dimana menggunakan metode Schneekluth.

Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$$\begin{aligned} W_{E\&O} &= W_{Total} + W_{IV} \\ &= 716.209 \quad ton \end{aligned}$$

Titik berat dari peralatan dan perlengkapan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LCG &= 29.538m, \text{ dibelakang midship} \\ LCG &= 102.38, \text{ dari FP} \end{aligned}$$

#### IV.4.5. Perhitungan DWT

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab II.2.7. , perhitungan DWT pada Tugas Akhir ini dilakukan untuk satu trip.

Tabel IV.8 Rekapitulasi perhitungan DWT dan titik berat DWT

Dead Weight Tonnes (DWT)				
• Berat Consumable				
$W_{cons}$	=	3140.115 ton		
$KG_{cons}$	=	1.679 m		
$LCG_{cons}$	=	60.804 m		. dari FP
• Berat Complement (Kru dan Barang Bawaan)				
$W_{complement}$	=	4.080 ton		
$KG_{complement}$	=	14.333 m		
$LCG_{complement}$	=	141.450 m		. dari FP
• Berat Payload				
$W_{payload}$	=	7227 ton		
$KG_{payload}$	=	$(H - h_{ce}) \cdot 0.5 + h_{ce}$		
	=	6.500 m		
$LCG_{payload}$	=	$(0.5 \cdot L_{KH}) + (0.5 \cdot L_{CP}) + L_{CH}$		
	=	65.587 m		. dari FP

#### IV.4.6. Perhitungan LWT

Berat LWT merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja kapal, berat permesinan, dan peralatan yang digunakan

Tabel IV.9. Rekapitulasi perhitungan LWT dan titik berat LWT

Light Weight Tonnes (LWT)				
• Berat Baja				
$W_{IT}$	=	6341.563 ton		
$KG_{IT}$	=	6.773 m		
$LCG_{IT}$	=	71.821 m		. dari FP
• Berat Peralatan dan Perlengkapan				
$W_{E&O}$	=	1218.000 ton		
$KG_{E&O}$	=	13.547 m		
$LCG_{E&O}$	=	100.340 m		. dari FP
• Berat Permesinan				
$W_M$	=	534.778 ton		
$KG_M$	=	4.250 m		
$LCG_M$	=	131.423 m		. dari FP

#### IV.4.7. Perhitungan Titik Berat

Dalam perhitungan titik berat komponen yang dihitung titik beratnya berupa *light weight tonnage* (LWT) dan *dead weight tonnage* (DWT).

Dari perhitungan pada Tabel IV.8 dan Tabel IV.9 dapat dilihat hasil perhitungan titik berat kapal. Setelah semua hasil dikalkulasikan maka didapatkan titik berat

secara total dari kapal ini. Nilai *keel to gravity* (KG) untuk kapal ini sebesar 6,18 m dan nilai *longitudinal centre of gravity* (LCG) sebesar 71,13 m dari FP.

Untuk detail dari perhitungan ini dapat dilihat pada bab lampiran yang terdapat di bagian belakang laporan ini.

#### IV.4.8. Perhitungan Displasemen

Perhitungan margin pada Displasemen						
$\Delta$	=	LWT + DWT + margin+ballast	$\Delta$	=	$L*B*T*CB*\gamma$	
$\Delta$	=	18,465.536 Ton	$\Delta$	=	19,985.971	
maka :	margin =	1520.435 Ton				
<div></div>						
Margin Displacement = 2% - 10%						
2% $\Delta$	<	margin =	7.61	$\Delta$	<	10 % $\Delta$
399.72	<	1520.435			<	1998.6
(dalam ton)						
Kondisi =	OK					

Gambar IV.9. Perhitungan Displasemen

Berat kapal terdiri dari dua komponen, yaitu komponen DWT (*Dead Weight Tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight Tonnage*). Namun pada kapal ini diberikan ballast tetap sebesar 11% dari displasemen total kapal. Dari perhitungan pada Gambar IV.9 didapatkan margin berat kapal sebesar 7,61%. Sedangkan margin maksimal berat kapal yang diijinkan adalah 10%, sehingga perhitungan berat kapal diterima.

#### IV.4.9. Perhitungan Trim

*Trim* adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *evenkeel* merupakan kondisi di mana sarat belakang Tb dan sarat depan Ta adalah sama. *Trim* terbagi dua yaitu :

1. *Trim* haluan
2. *Trim* buritan

Adapun batasan untuk *trim* didasarkan pada selisih harga mutlak antara LCG dan LCB dengan batasan  $\leq Lpp/50$ . Apabila perhitungan tidak memenuhi syarat, maka dapat diperbaiki dengan cara menggeser letak tangki-tangki yang telah direncanakan sebelumnya pada gambar rencana umum awal atau mengubah volume tangki-tangki



pada *loadcase stability*. Untuk detail perhitungan pemeriksaan sarat dan *trim* kapal dapat dilihat pada Tabel IV.10

Tabel IV.10 Kondisi *trim* pada tiap *loadcase*

No	Kondisi	Batasan	Hasil	Status
1	Loadcase 1	0.754	0.058	Accepted
2	Loadcase 2	0.754	0	Accepted
3	Loadcase 3	0.754	0.043	Accepted
4	Loadcase 4	0.754	0.304	Accepted
5	Loadcase 5	0.754	0.625	Accepted
6	Loadcase 6	0.754	0.054	Accepted
7	Loadcase 7	0.754	0.051	Accepted

Kondisi *trim* kapal pada semua *loadcase* telah memenuhi kriteria yaitu *trim* kapal tidak melebihi nilai  $L_{pp}/50$  sebesar 0.754 dengan kondisi trim buritan.

#### IV.4.10. Perhitungan *Freeboard*

Berdasarkan *International Maritime Organization* (2005), kapal *Ro-Ro* yang akan didesain merupakan jenis kapal tipe B dikarenakan kapal tipe B merupakan kapal yang bukan tipe A di mana salah satu contoh kapal tipe A adalah kapal tanker. Dalam menentukan kriteria standar lambung timbul dari kapal tipe B dapat menggunakan tabel yang tercantum pada **Error! Reference source not found.** Tabel II.2. Untuk menentukan nilai yang sesuai dengan kapal yang di desain, dapat dilakukan interpolasi nilai *freeboard* standar yang ada di tabel. Setelah itu nilai tersebut akan dijumlahkan dengan faktor pengkoreksi seperti di bawah ini

Tabel IV.11 Perhitungan *Freeboard*

Komponen Koreksi	<i>Freeboard</i>
<i>Freeboard</i> Standard Fb 1	220.9 cm
Total <i>Freeboard</i> min Fb'	150 cm
<i>Freeboard</i> Sebenarnya	500 cm

Dalam perhitungan lambung timbul pada Tabel IV.11, dapat dilihat bahwa nilai *freeboard* sebenarnya lebih besar daripada *freeboard* minimum, sehingga memenuhi kriteria.

#### IV.4.11. Perhitungan Stabilitas

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standard keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* ( SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO). Perhitungan stabilitas dilakukan dengan bantuan software *Maxsurf Stability Enterprise Education Version*. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam perhitungan *software* adalah IS Code 2008. Tabel IV.12 merupakan rangkuman hasil perhitungan yang telah dibandingkan dengan batasannya:

Tabel IV.12. Kondisi Stabilitas pada tiap *Loadcase*

Data	Loadcase I	Loadcase II	Loadcase III	Loadcase IV	Loadcase V	Loadcase VI	Loadcase VII	Kriteria IMO	Kondisi
$e_{0-30^\circ}$ (m.deg)	90.9427	91.8237	71.2933	61.7733	153.063	155.5420	147.3957	$\geq 3.1513$	Diterima
$e_{0-40^\circ}$ (m.deg)	140.354	151.5622	110.5201	94.7608	246.3389	249.8149	234.9727	$\geq 5.1566$	Diterima
$e_{30-40^\circ}$ (m.deg)	59.4927	59.7386	39.2088	32.9875	93.2759	94.2728	87.5769	$\geq 1.7189$	Diterima
$h_{30^\circ}$ (m.deg)	6.379	6.405	3.958	3.382	10.24	10.337	9.3568	$\geq 0.2$	Diterima
$\theta_{max}$ (deg)	49.1	49.1	32.7	30.9	56.4	56.4	50.9	$\geq 25$	Diterima
$GM_0$ (m)	11.784	11.929	9.85	8.472	21.756	22.255	21.322	$\geq 0.15$	Diterima

Keterangan:

- $e_{0-30^\circ}$  adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai  $30^\circ$  sudut oleng,
- $e_{0-40^\circ}$  adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai  $40^\circ$  sudut oleng,
- $e_{30-40^\circ}$  adalah luasan bidang yang terletak di bawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng  $30^\circ$  dan  $40^\circ$
- $h_{30^\circ}$  adalah lengan statis (GZ) pada sudut oleng  $> 30^\circ$ .
- $\theta_{max}$  adalah sudut dimana lengan stabilitas statis (GZ) maksimum terjadi.
- $GM_0$  adalah tinggi *metacentre* (MG) pada sudut oleng  $0^\circ$ .
- *Loadcase* I adalah tangki berisi 100% dan muatan 100%.
- *Loadcase* II adalah tangki berisi 0% dan muatan 100%.
- *Loadcase* III adalah tangki berisi 100% dan muatan 50%.
- *Loadcase* IV adalah tangki berisi 0% dan muatan 50%.
- *Loadcase* V adalah tangki berisi 100% dan muatan 0%.

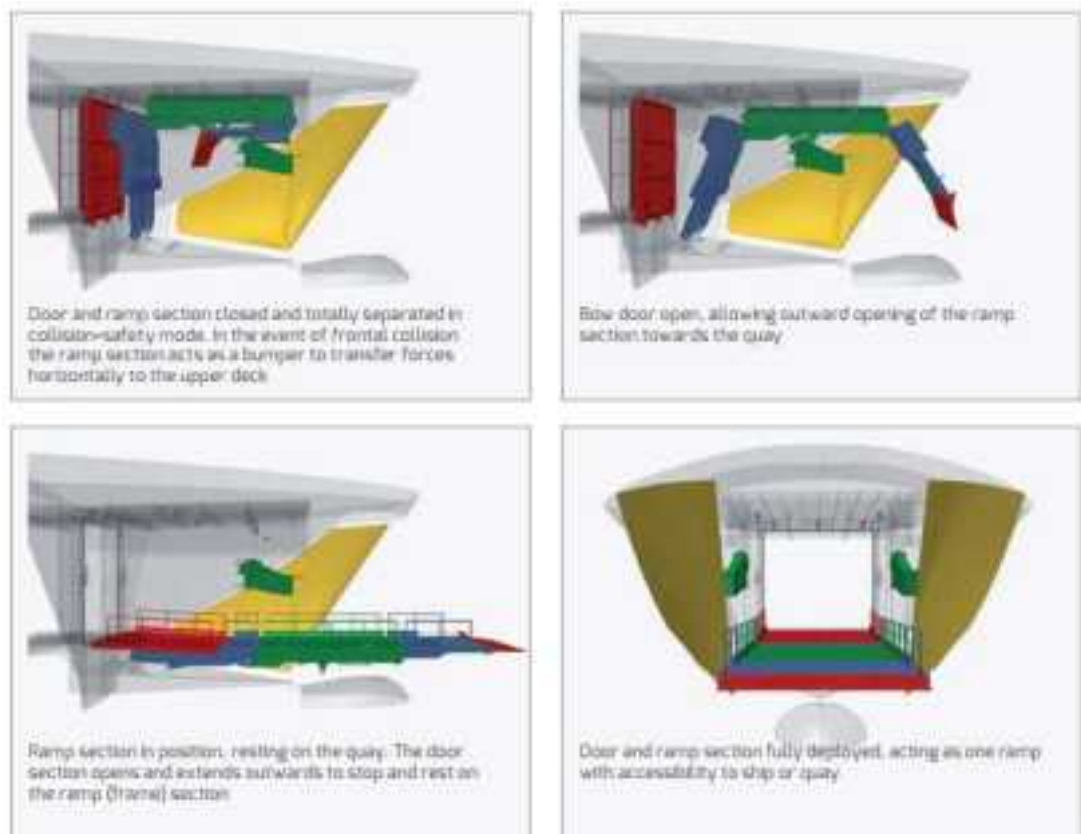
- *Loadcase VI* adalah tangki berisi 0% dan muatan 0%.
- *Loadcase VII* adalah kondisi LWT

#### IV.5. *Ramp Door*

*Ramp door* harus bisa membuka pada saat proses bongkar muat dan menutup pada saat kapal berlayar. Sistem buka dan tutup *ramp door* pada kapal ini menggunakan sistem hidrolis dan menggunakan windlass untuk membuka dan menutup. *Rampdoor* yang di gunakan mencakup tiga bagian, yaitu pada belakang kapal (*sternramp*), Bagian haluan (*bowdoor*), dan pada bagian dalam kapal (*inboardramp*). Untuk *Bow door* menggunakan jenis *side-sliding* dan untuk *inboardramp* menggunakan jenis *hoistable*.



Gambar IV.10. *Side-sliding bow door*  
([www.ttsgroup.com](http://www.ttsgroup.com), 2017)



Gambar IV.11. *Ramp untuk akses Loading unloading*  
(www.ttsgroup.com, 2017)



Gambar IV.12. *Hoistable inboard ramp*  
(www.macgregor.com, 2017)

#### IV.6. *Loading dan Unloading*

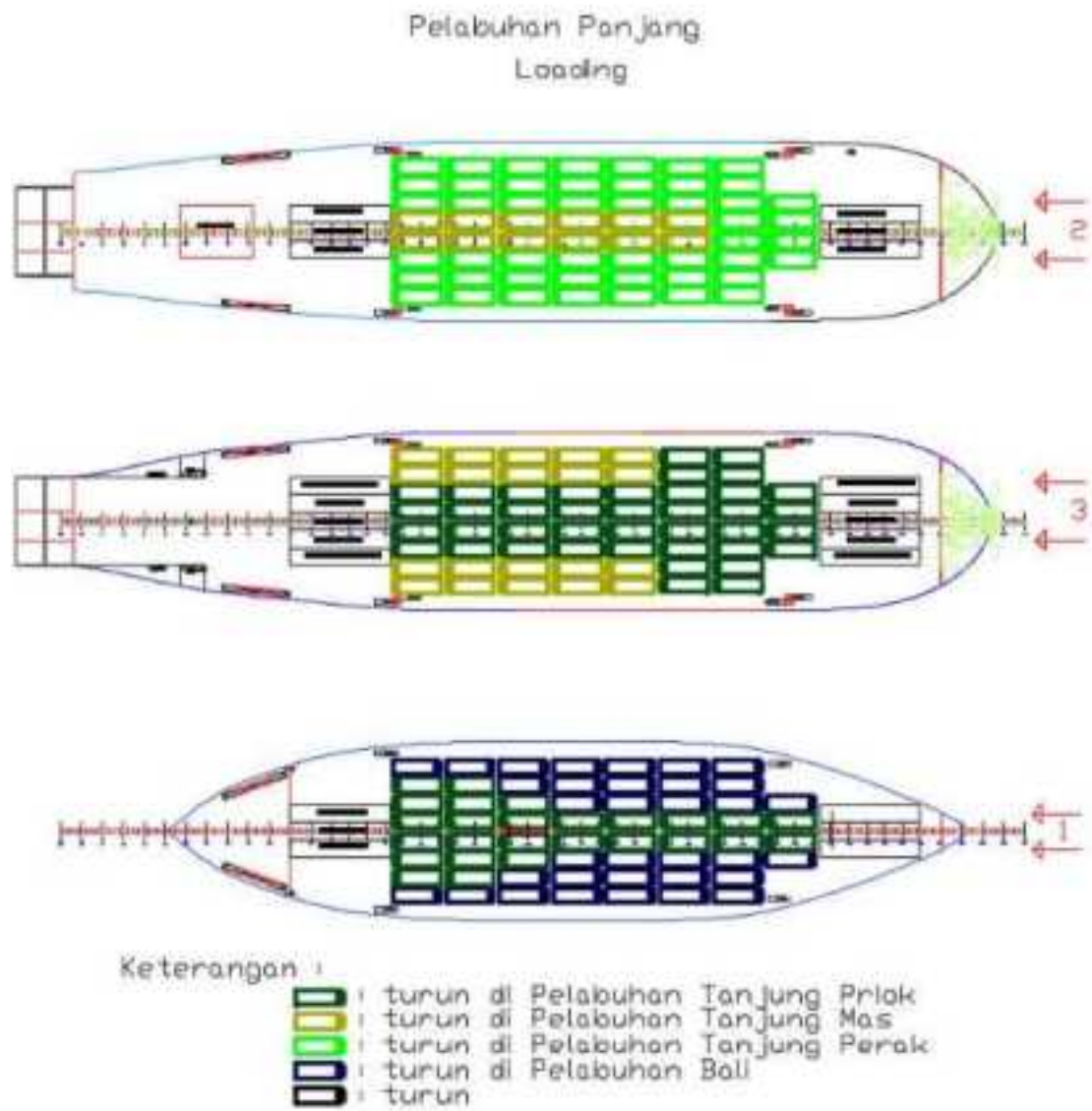
Pada kapal ini sistem *Loading* dan *Unloading* didukung oleh *stern ramp* dan *bow ramp*. Kecepatan bongkar muat pada kapal ini didesain sebesar 50 truk/jam. Untuk jumlah muatan dihitung berdasarkan kondisi ideal dimana muatan selalu penuh. Pada kapal ini berlangsung sebanyak lima kali proses *Loading* dan *Unloading*. Untuk Skema *Loading* dan *Unloading* dapat dilihat pada Tabel IV.13.

Tabel IV.13 *Skema Loading dan Unloading Muatan*

Skema Loading dan Unloading Muatan	
Rute	Jumlah truk
Panjang - Priok	66
Panjang - Tanjung Emas	26
Panjang - Perak	48
Panjang - Benoa	34
Priok - Perak	40
Priok - Benoa	26
Tanjung Emas - Benoa	26
Perak - Benoa	88

#### IV.6.1. Pelabuhan Panjang

Proses ini merupakan sistem *Loading* pertama yang dilakukan dimana muatan sebanyak 180 truk masuk, dimana dapat dilihat pada Tabel IV.13. Pada Pelabuhan ini tidak ada proses unloading, karena Pelabuhan Panjang merupakan titik awal keberangkatan pelayaran pada kapal ini. Untuk Sketsa *Loading* dapat dilihat pada Gambar IV.13

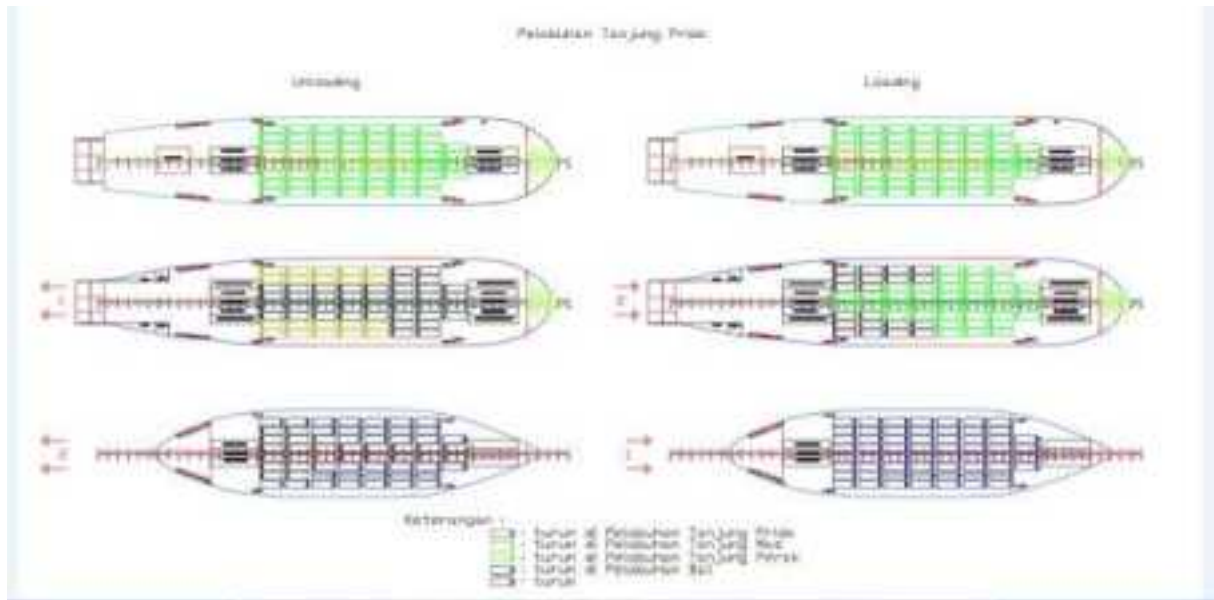


Gambar IV.13. Sketsa *Loading* Pelabuhan Panjang



#### IV.6.2. Pelabuhan Tanjung Priok

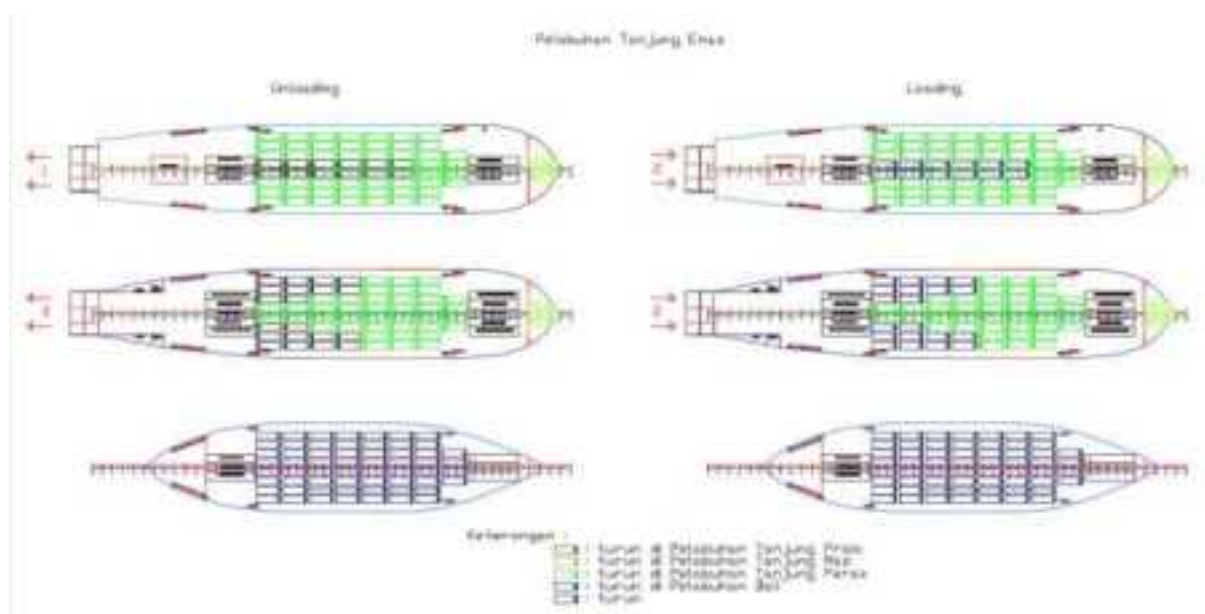
Pada Pelabuhan Tanjung Priok melakukan sistem Unloading sebanyak 66 truk dan sistem Loading sebanyak 66 truk juga. Untuk Sketsa *Loading* dan *Unloading* dapat dilihat pada Gambar IV.14.



Gambar IV.14. Sketsa *Loading* dan *Unloading* Pelabuhan Tanjung Priok

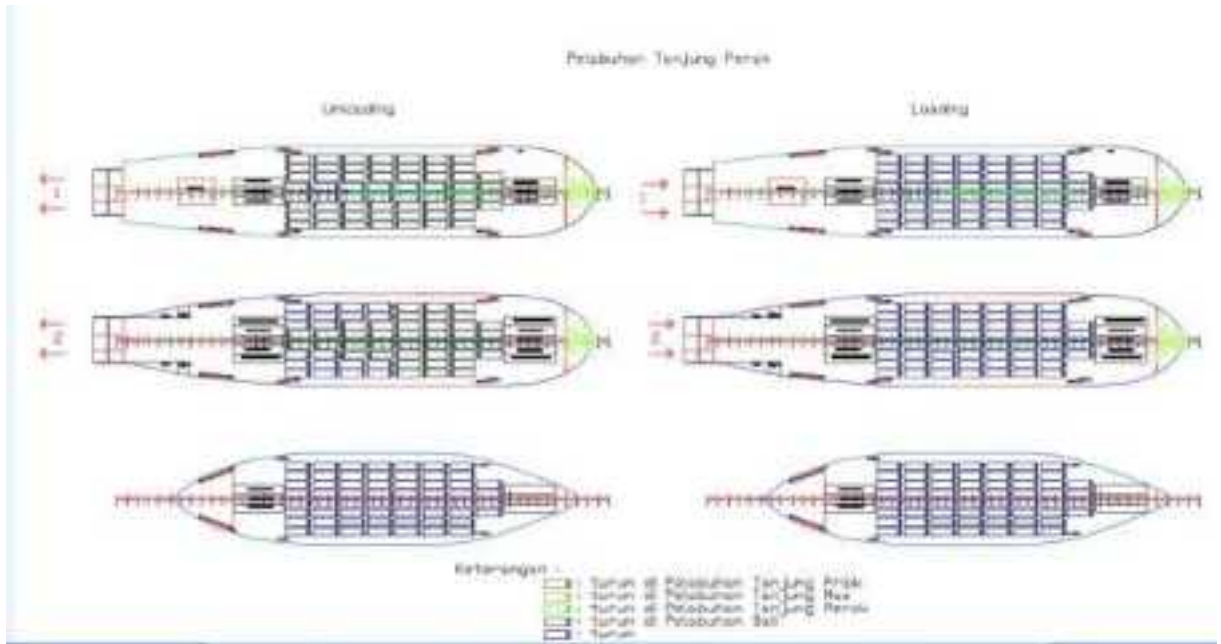
#### IV.6.3. Pelabuhan Tanjung Emas

Pada Pelabuhan Tanjung Emas melakukan sistem *Unloading* sebanyak 26 truk dan sistem *Loading* sebanyak 26 truk juga. Untuk Sketsa *Loading* dan *Unloading* dapat dilihat pada Gambar IV.15.



Gambar IV.15. Sketsa *Loading* dan *Unloading* Pelabuhan Tanjung Emas

#### IV.6.4. Pelabuhan Tanjung Perak



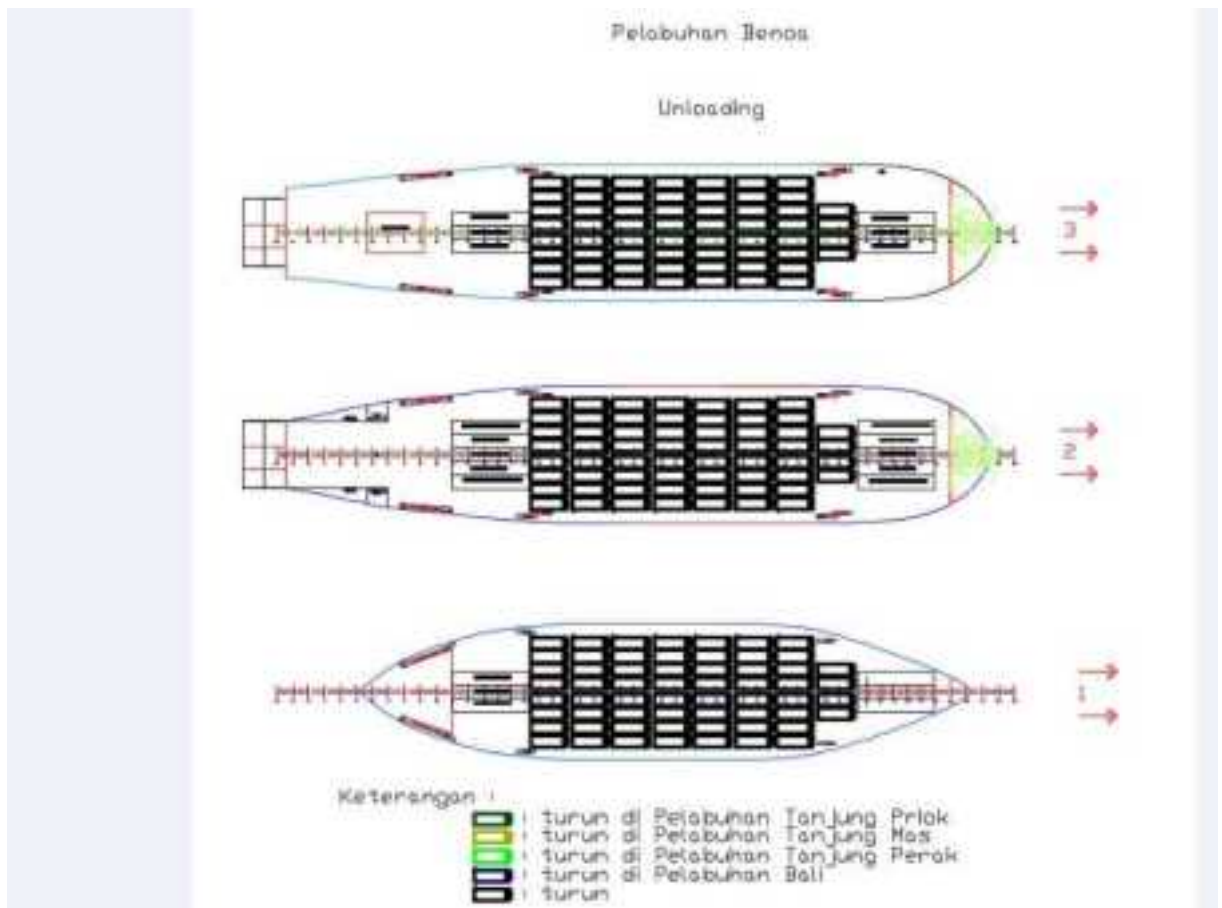
Gambar IV.16. Sketsa *Loading* dan *unloading* Pelabuhan Tanjung Perak

Pada Pelabuhan Tanjung Perak melakukan sistem *Unloading* sebanyak 26 truk dan sistem *Loading* sebanyak 26 truk juga. Untuk Sketsa *Loading* dapat dilihat pada dan sketsa *Unloading* dapat dilihat pada Gambar IV.16.

#### IV.6.5. Pelabuhan Benoa

Pada Pelabuhan Benoa melakukan sistem *Unloading* sebanyak 180 truk. Pelabuhan ini menjadi titik akhir pelayaran kapal ini. Untuk sistem *Loading* pada Pelabuhan ini sama seperti sistem *Unloading* juga, dikarenakan jumlah muatan yang sama. Untuk Sketsa *Loading* dan *Unloading* dapat dilihat pada Gambar IV.17

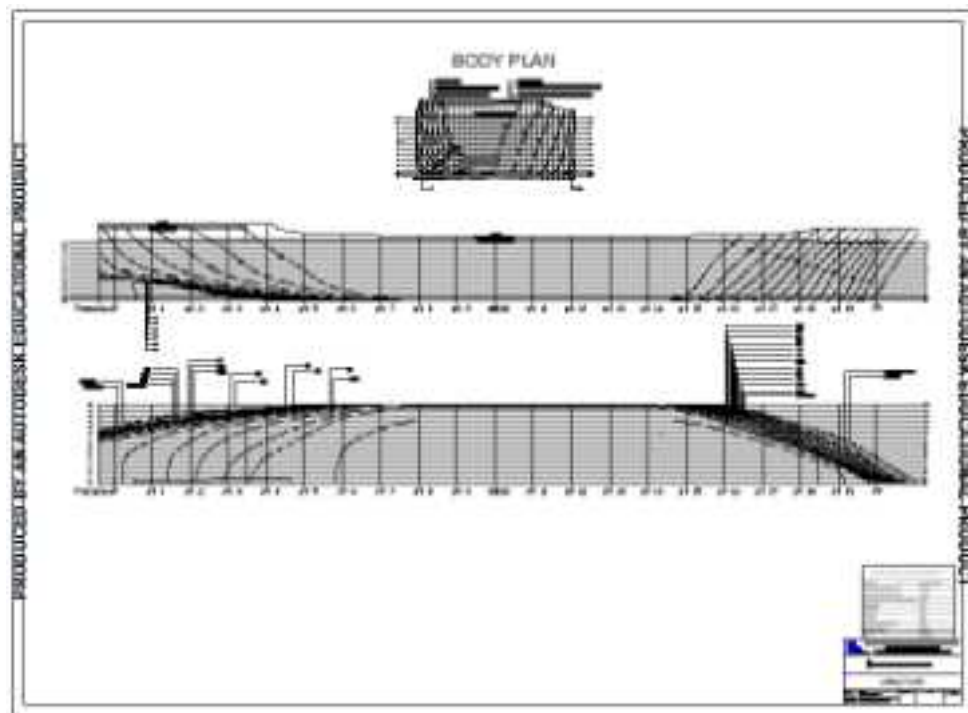




Gambar IV.17. Sketsa Loading dan Unloading Pelabuhan Benoa

#### IV.7. Pembuatan *Lines Plan*

Dalam proses desain M.V ALLERIA ini, pembuatan rencana garis dengan menggunakan *software Maxsurf Modeler* dan menggunakan bantuan *sample design* yang sudah tersedia. *Sample design* tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB,  $C_P$ , dan LCB yang sama).

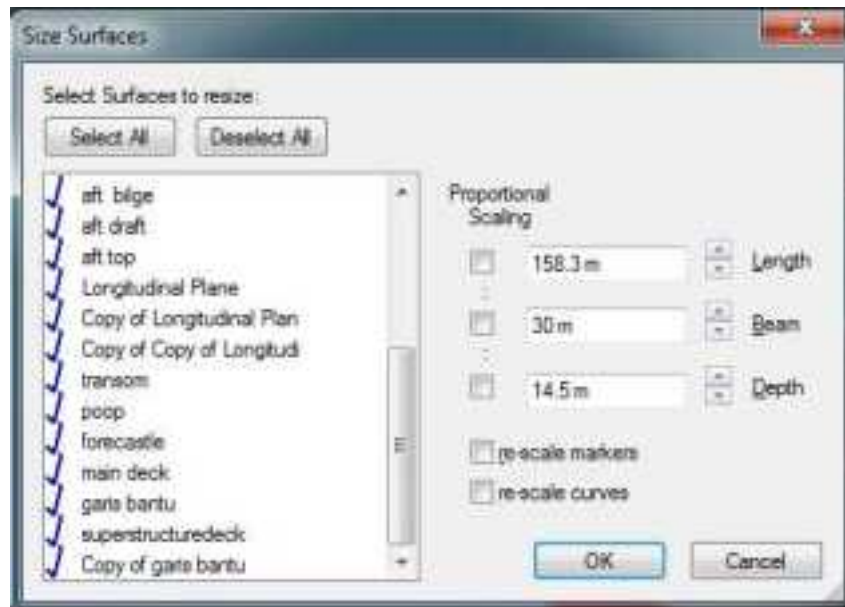


Gambar IV.18. *Lines Plan* M.V ALLERIA

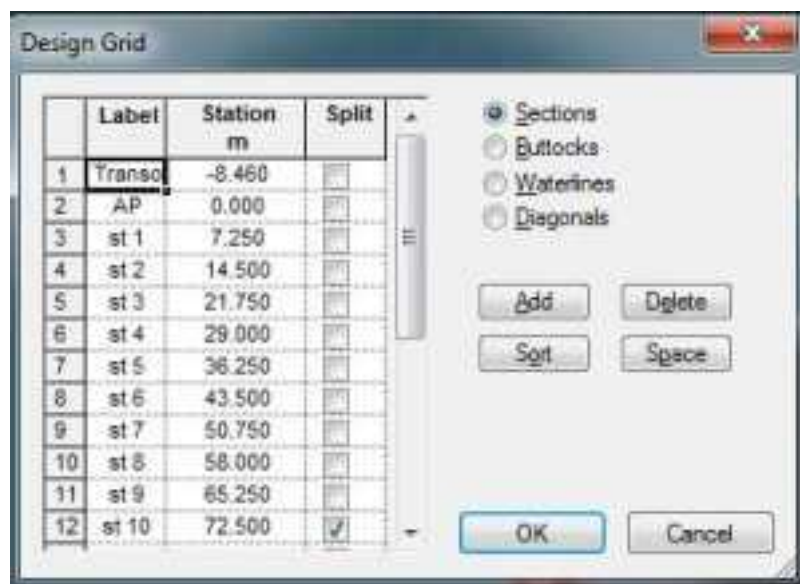
Untuk melihat *smooth* atau tidaknya permukaan desain, didalam *Maxsurf Modeler* telah disediakan pandangan dari beberapa sudut, yaitu tampak depan/belakang, tampak samping, tampak atas dan pandangan perspektif. Garis-garis dari berbagai sudut pandang itulah yang nantinya akan dijadikan sebagai rencana garis. Gambar IV.18 merupakan gambar dari desain yang telah dibuat.

Setelah *sample design* dibuka, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface>size surface* kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar IV.19

Untuk panjang diisi dengan Loa kapal, agar Lpp dapat sesuai dengan perhitungan. lebar dan tinggi disamakan dengan hasil perhitungan. Sedangkan untuk mengatur jumlah dan letak dari station, *Buttockline* dan *Waterline*, dengan mengakses menu *data>design grid* dan akan muncul kotak dialog seperti pada gambar berikut.



Gambar IV.19. Mengatur *size surface*



Gambar IV.20. Mengatur jumlah *station*

Setelah ukuran sesuai kemudian ditentukan sarat dari model ini. Untuk memasukkan nilai sarat kapal dilakukan dengan mengakses *menu data>frame of reference*.

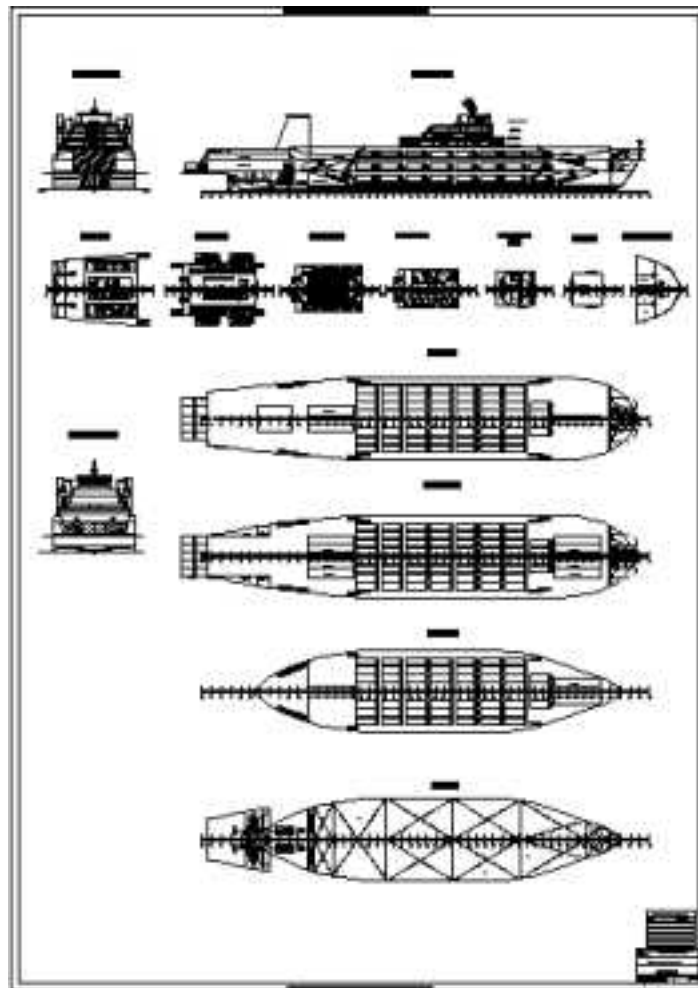
Setelah sarat kapal ditentukan selanjutnya dilakukan pemeriksaan nilai hidrostatik dari model yang dibuat, yaitu dengan mengakses *menudata>calculate ehydrostatic*. Dari sini akan tampak data-data hidrostatik model. Jika data belum sesuai dengan perhitungan maka perlu dilakukan perubahan terhadap model. Namun ketika data hidrostatik telah sesuai maka model ini dapat langsung *diexport* ke format *dxf* untuk di perbaiki dengan software *CAD*.

Untuk menyimpan rencana garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file>export> DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian *klikok* dan *savefile* baru tersebut. Cara ini berlaku untuk semua pandangan dari model.

Setelah didapatkan *bodyplan*, *sheerplan* dan *halfbreadthplan*, langkah selanjutnya adalah menggabungkan ketiganya dalam satu *file dwg* yang merupakan output dari *softwareCAD*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada rencana garis yang telah didapat.

#### IV.8. Pembuatan *General Arrangement*

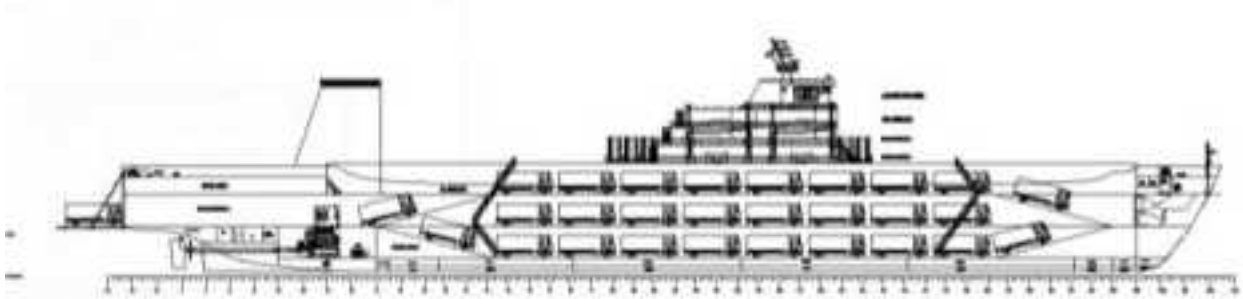
Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *General Arrangement* dari *Truck Ro-Ro Carrier* ini. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software AutoCAD 2007*.



Gambar IV.21. Rencana Umum M.V ALLERIA

#### IV.8.1. Profile View

Pada permodelan rencana umum *Truck Carrier Ro-Ro* ini dilakukan pemroyeksian *layout* kapal tampak samping. Jarak gading pada kapal ini adalah 0,7 pada bagian buritan, 0,6 pada ruang muat dan 0,7 pada bagian haluan. Detail permodelan rencana umum M.V ALLERIA tampak samping dapat dilihat pada Gambar IV.22



Gambar IV.22. Profile View

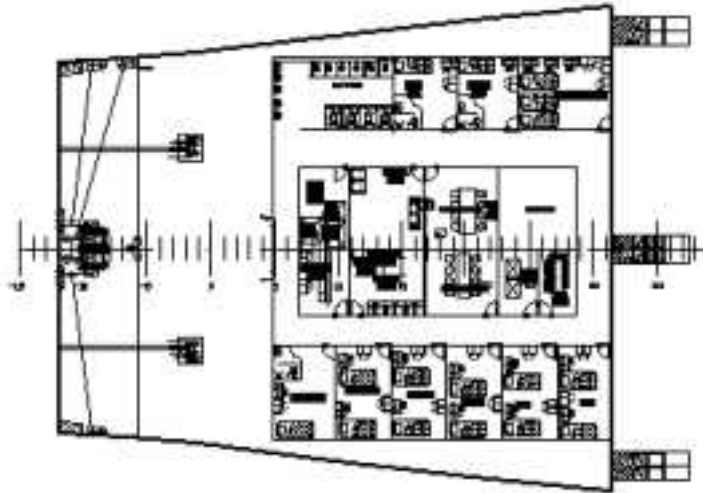
Truck Carrier ini memiliki 4 *deck house* yaitu *Boat Deck 1*, *Boat Deck 2*, *Bridge Deck*, *Navigation Deck* dan 2 *superstructure* yaitu *Poop deck* dan *Forecastle Deck*. M.V ALLERIA ini mempunyai *ramp door* pada bagian depan, belakang dan didalam kapal yang berguna untuk proses bongkar muatnya.

#### IV.8.2. Bangunan Atas ( *Superstructure*) dan Rumah Geladak ( *Deck House*)

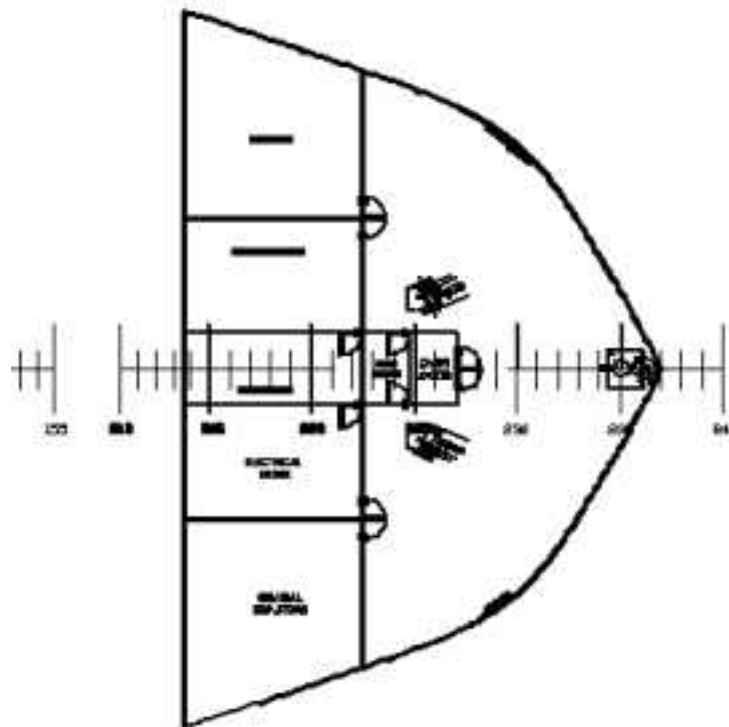
Bangunan atas adalah bangunan yang berada di atas *freeboard deck* yang memiliki lebar sama dengan lebar lambung kapal setempat atau merupakan bangunan yang berada di atas *freeboard deck* yang lebarnya lebih dari 96% lebar lambung kapal setempat. Bangunan atas terbagi atas bangunan atas efektif dan bangunan atas tidak efektif. Bangunan atas efektif merupakan bangunan atas yang berada di luar  $0.4L$  midship dengan panjang lebih dari  $0.15L$ . Sedangkan bangunan atas tidak efektif merupakan bangunan atas yang berada di daerah  $0.4L$  midship dengan panjang tidak lebih dari  $0.4L$  atau 12 meter (Biro Klasifikasi Indonesia, 2009).

Rumah geladak merupakan bangunan yang berada di atas geladak kekuatan yang lebarnya tidak lebih dari 96% lebar lambung kapal setempat. Rumah geladak dibedakan menjadi rumah geladak panjang dan rumah geladak pendek. Rumah geladak panjang merupakan rumah geladak yang terletak di daerah  $0.4L$  midship dengan panjang lebih dari  $0.2L$  atau 12 meter. Sedangkan rumah geladak pendek memiliki panjang kurang dari  $0.2L$  atau 12 meter (Biro Klasifikasi Indonesia, 2009).

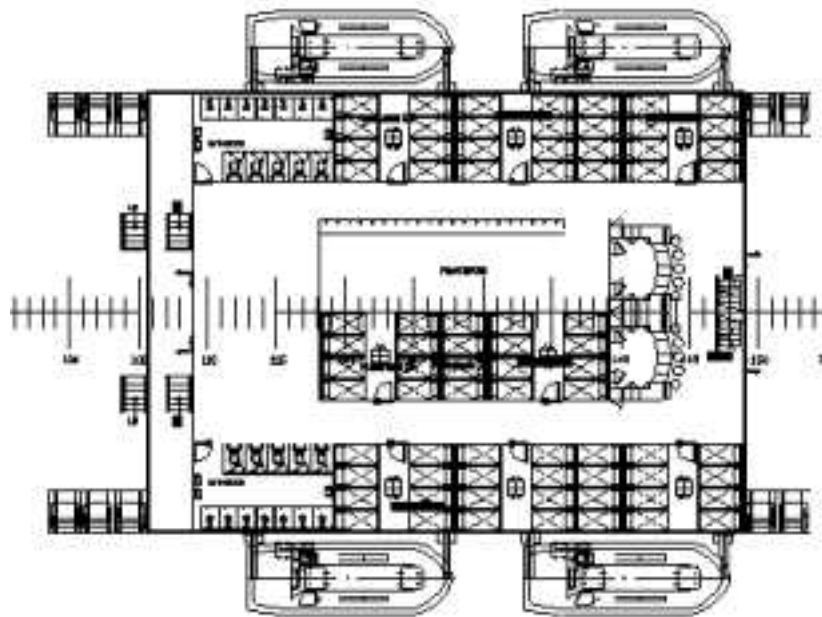
Layout rumah geladak pada rencana umum diproyeksikan tampak atas. Pada bagian ini permodelan *layout* dilakukan pada setiap *layer* geladak. *Poop Deck* dijadikan sebagai geladak untuk kru, *Forecastle Deck* dijadikan sebagai geladak penyimpanan. Untuk Deckhouse dijadikan sebagai Geladak penumpang. Pembuatan sket dibuat dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang.



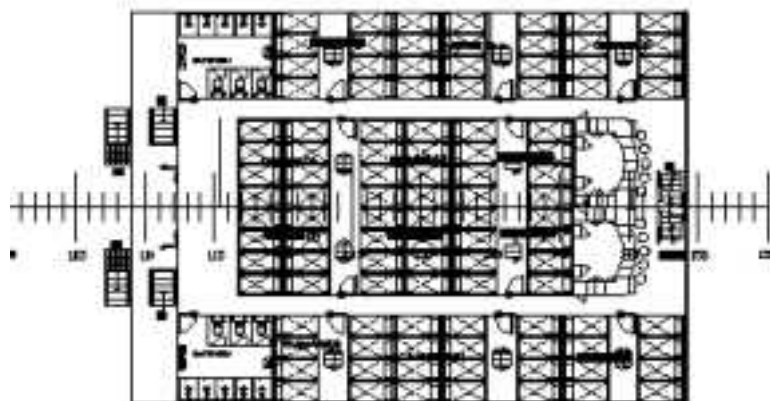
Gambar IV.23. *Poop Deck*



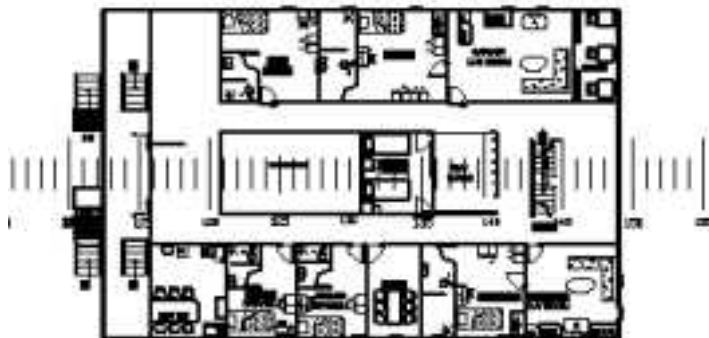
Gambar IV.24. *Forecastle Deck*



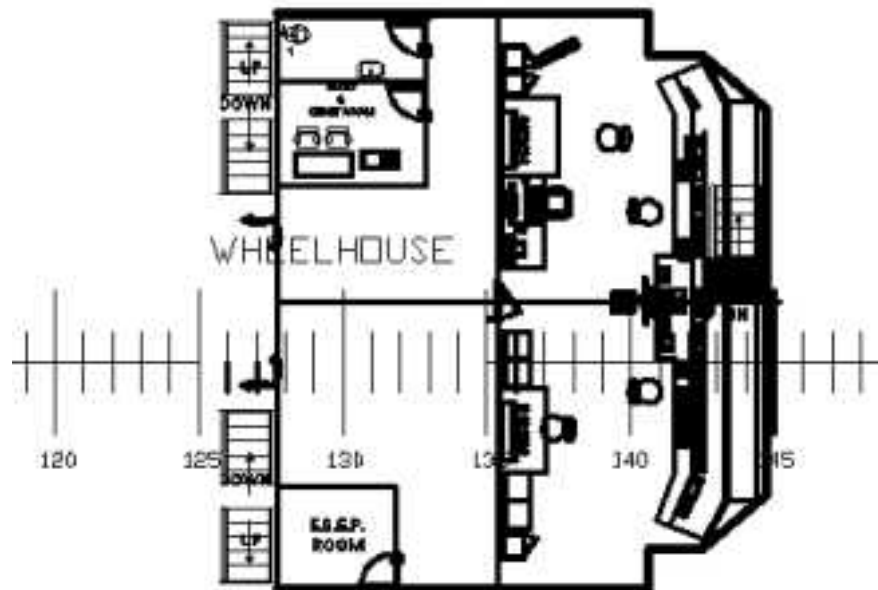
Gambar IV.25. *Boat Deck 1*



Gambar IV.26. *Boat Deck 2*



Gambar IV.27. *Bridge Deck*



Gambar IV.28. *Navigation Deck*

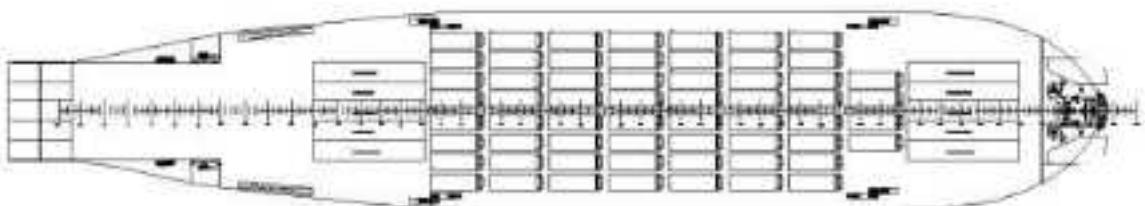
#### IV.8.3. Geladak Utama (*Main Deck*)

*Layout* geladak utama (*main deck*) pada rencana umum M.V ALLERIA ini diproyeksikan pada pandangan atas seperti pada Gambar IV.30. Pada geladak utama kapal ini digunakan sebagai geladak muatan, dimana geladak ini di khusukan untuk menempatkan truk. Geladak ini berisi 60 truk.



Gambar IV.30. *Main Deck*

#### IV.8.4. *Second Deck*



Gambar IV.29. *Second Deck*

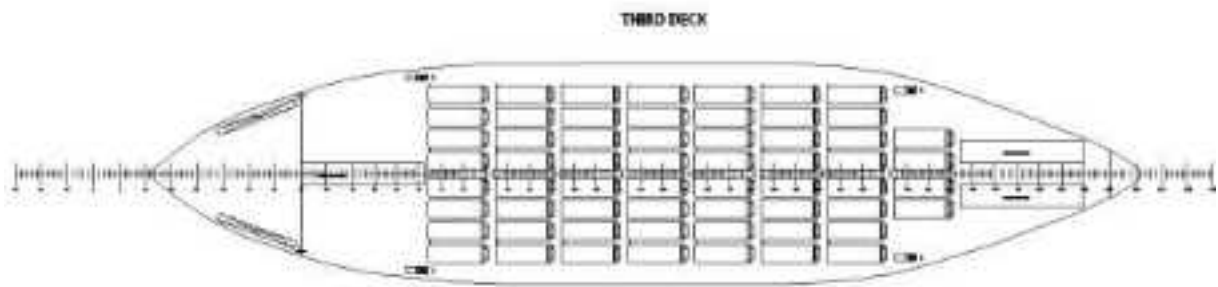


*Layout second deck* pada rencana umum M.V ALLERIA di proyeksikan pada pandangan atas seperti pada Gambar IV.29.

Geladak ini dijadikan sebagai akses utama untuk bongkar muat. Dimana pada bagian belakang kapal terdapat *sternramp* yang dijadikan sebagai akses masuknya truk ke kapal dan pada bagian haluan terdapat *bowramp* yang dijadikan akses keluarnya truk dari kapal. Geladak ini juga dijadikan sebagai geladak muatan. Geladak ini berisi 60 truk.

#### **IV.8.5. Third Deck**

*Layout Third deck* pada rencana umum M.V ALLERIA diproyeksikan pada pandangan atas seperti pada Gambar IV.31.



Gambar IV.31. *Third Deck*

*Third* difungsikan sebagai geladak untuk muatan juga. Geladak ini berisikan 60 truk.

#### **IV.9. Pembuatan Safety Plan**

*Truck Carrier Ro-Ro* ini memiliki standar minimum sebagai kapal pengangkut penumpang, dikarenakan ada sopir dari truk. Oleh karena itu, maka harus dilakukan perencanaan keselamatan dengan memperhitungkan jumlah penumpang dan ruang akomodasi penumpang.

##### **IV.9.1. Life Saving Appliances**

###### **1. Lifebuoy**

Ketentuan jumlah *lifebuoy* untuk kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/22-1 dapat dilihat pada Tabel IV.14.

Tabel IV.14 Kententuan jumlah *lifebuoy*

Panjang Kapal (m)	Jumlah <i>Lifebuoy</i> Minimum
Di bawah 60	8
Antara 60 sampai 120	12
Antara 120 sampai 180	18
Antara 180 sampai 240	24
Lebih dari 240	30

Panjang (Lpp) kapal M.V ALLERIA adalah 145 meter, sehingga jumlah minimum *lifebuoy* yang harus tersedia adalah 18. Spesifikasi *lifebuoy* berdasarkan LSA Code II/2-1 adalah sebagai berikut:

- Memiliki diameter luar tidak lebih dari 800 mm dan diameter dalam tidak kurang dari 400 mm.
- Mampu menahan beban tidak kurang dari 14,5 kg dari besi di air selama 24 jam.
- Mempunyai massa tidak kurang dari 2,5 kg
- Tidak mudah terbakar atau meleleh meskipun terbakar selama 2 detik.

Sedangkan ketentuan untuk jumlah dan peletakan *lifebuoy* menurut SOLAS Reg. III/7-1 adalah :

- Didistribusikan di kedua sisi kapal dan di geladak terbuka dengan lebar sampai sisi kapal. Pada sisi belakang kapal (buritan kapal) harus diletakkan 1 buah *lifebuoy*.
- Setidaknya satu pelampung diletakkan di setiap sisi kapal dan dilengkapi dengan tali penyelamat.
- Tidak kurang dari 1.5 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan pelampung dengan lampu menyala (*lifebuoy self-igniting lights*). Sedangkan untuk kapal penumpang setidaknya 6 *lifebuoy* harus dilengkapi *lifebuoy self-igniting lights*.
- Tidak kurang dari 2 dari jumlah total *lifebuoy* harus dilengkapi dengan *lifebuoy self-activating smoke signal* dan harus mudah diakses dari *Navigation bridge*.

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy* pada *Truck Carrier Ro-Ro* dapat dilihat pada Tabel IV.15.

Tabel IV.15 Perencanaan jumlah dan peletakan *lifebuoy*

Jenis Lifebuoy	Jumlah					
	Main Deck	Poop Deck	Boat Deck 1	Boat Deck 2	Bridge Deck	Navigation Deck
Lifebuoy	10	-	-	-	-	-
Lifebuoy with line	6	-	4	4	4	4
Lifebuoy with self-igniting lights	2	2	4	4	4	4
Lifebuoy with smoke signal	6	4	-	-	-	-

## 2. Lifejacket

Kriteria ukuran *lifejacket* menurut LSA code II/2.2 dapat dilihat pada Tabel IV.16

Tabel IV.16 Kriteria ukuran *lifejacket*

Ukuran <i>Lifejacket</i>	Balita	Anak-anak	Dewasa
Berat (kg)	< 15	15 - 43	> 43
Tinggi (cm)	< 100	100 - 155	> 155

Sedangkan ketentuan jumlah dan penempatan *lifejacket* pada kapal penumpang berdasarkan SOLAS Reg. III/7-2 adalah sebagai berikut:

a. Sebuah *lifejacket* harus tersedia untuk setiap orang di atas kapal, dan dengan ketentuan:

- Untuk kapal penumpang dengan pelayaran kurang dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi setidaknya sama dengan 2.5% dari jumlah penumpang.
- Untuk kapal penumpang dengan pelayaran lebih dari 24 jam, jumlah *lifejacket* untuk bayi harus disediakan untuk setiap bayi di dalam kapal.
- Jumlah *lifejacket* untuk anak-anak sedikitnya sama dengan 10 % dari jumlah penumpang atau boleh lebih banyak sesuai permintaan ketersediaan *lifejacket* untuk setiap anak.
- Jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia untuk orang-orang pada saat akan menuju *survival craft*. *Lifejacket* tersedia untuk orang-orang yang berada di *poop deck*, ruang kontrol mesin, dan tempat awak kawal lainnya.
- Jika *lifejacket* yang tersedia untuk orang dewasa tidak didesain untuk berat orang lebih dari 140 kg dan lingkar dada mencapai 1.750 mm, jumlah *lifejacket* yang cukup harus tersedia di kapal untuk setiap orang tersebut.

- b. *Lifejacket* harus ditempatkan pada tempat yang mudah diakses dan dengan penunjuk posisi yang jelas..
- c. *Lifejacket* yang digunakan di *totally enclosed lifeboat*, kecuali *free fall lifeboats*, tidak boleh menghalangi akses masuk ke dalam *lifeboat* atau tempat duduk, termasuk pada saat pemasangan sabuk pengaman.

Ketentuan perencanaan peletakan *lifejacket* berdasarkan SOLAS Reg. III/22 adalah sebagai berikut:

- a. *Lifejacket* harus diletakkan di tempat yang mudah dilihat, di geladak atau di *muster stasion*.
- b. *Lifejacket* penumpang diletakkan di ruangan yang terletak langsung diantara area umum dan *muster stasion*. Untuk kapal pelayaran lebih dari 24 jam, *lifejacket* harus diletakkan di area umum, *muster stasion*, atau diantaranya.
- c. *Lifejacket* yang digunakan pada kapal penumpang harus tipe *lifejacket lights*

Berdasarkan ketentuan-ketentuan tersebut maka perencanaan peletakan *lifejacket* dapat dilihat pada Tabel IV.15

Tabel IV.17 Perencanaan jumlah dan peletakan *lifejacket*

<b>Jenis <i>Lifejacket</i></b>	<b>Jumlah</b>				
	<b><i>Poop Deck</i></b>	<b><i>Boat Deck 1</i></b>	<b><i>Boat Deck 2</i></b>	<b><i>Bridge Deck</i></b>	<b><i>Navigation Deck</i></b>
<i>Lifejacket lights</i>	14	162	202	38	5

### 3. *Liferaft*

*Liferaft* yang digunakan adalah tipe *inflatable liferaft*. Ketentuan peletakan *inflatable liferaft* pada kapal penumpang menurut SOLAS Reg. III/21-1.4 sebagai berikut:

- a. *Inflatable liferaft* harus diletakkan di setiap sisi kapal dengan kapasitas mampu mengakomodasi seluruh orang di kapal.
- b. Kecuali kalau diletakkan di setiap sisi geladak tunggal terbuka yang mudah dipindahkan, maka *liferaft* yang tersedia pada setiap sisi kapal memiliki kapasitas 150% jumlah penumpang.

Dengan memperhitungkan kapasitas penumpang sebanyak 90 orang, 45 orang di setiap sisi kapal, maka diperlukan 2 *inflatable liferaft* dengan kapasitas per unit 65

orang. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/21-1.43, *liferaft* dipasang disetiap sisi kapal. Perencanaan letak *inflatable liferaft* adalah pada geladak di atas *passenger deck*.

#### 4. *Line Throwing Appliances*

Ketentuan ukuran dan peletakan *line throwing appliances* menurut LSA code VII/7.1 adalah sebagai berikut:

- a. Mampu melontarkan tali dengan tepat.
- b. Di dalamnya terdapat minimal 4 proyektil yang masing-masing dapat membawa tali setidaknya 230 meter pada kondisi cuaca yang baik dengan *breaking strength* minimal 2 kN.
- c. Terdapat instruksi yang jelas di bagian luarnya untuk menjelaskan penggunaan dari *line throwing appliances*.

Berdasarkan ketentuan tersebut maka akan dipasang 2 (dua) *line throwing appliances* pada setiap sisi kapal pada *main deck*.

#### 5. *Muster / Assembly Stasion*

*Muster stasion* merupakan area untuk berkumpul disaat terjadi bahaya. Rencananya *muster stasion* akan diletakkan di *main deck* dan *poop deck*. Ketentuan letak *muster stasion* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. *Muster Station* harus diidentifikasi dengan *muster station symbol*.
- b. Simbol *Muster station* harus diberi ukuran secukupnya dan diletakkan di *muster station* serta dipastikan mudah terlihat.

#### 6. *Escape Routes*

Simbol *escape route* dipasang disetiap lorong kapal, tangga-tangga, dan didesain untuk mengarahkan penumpang kapal menuju *muster stasion*. Ketentuan peletakan simbol *escape route* berdasarkan MSC/Circular.699/II-2 adalah sebagai berikut:

- a. Simbol arah ke *muster station* atau simbol *escape way* harus disediakan disemua area penumpang, seperti pada tangga, gang atau lorong menuju *muster station*, di tempat-tempat umum yang tidak digunakan sebagai *muster station*, di setiap pintu masuk ruangan dan area yang menghubungkan tempat umum dan disekitar pintu-pintu pada *deck* terluar yang memberikan akses menuju *muster station*.

- b. Sangat penting bahwa rute menuju ke *muster station* harus ditandai dengan jelas dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sebagai tempat meninggalkan barang-barang.
- c. Tanda arah *embarkation station* dari *muster station* ke *embarkation station* harus disediakan.

#### 7. *Visual signal*

*Visual signal* merupakan alat yang digunakan untuk komunikasi darurat ketika dalam keadaan bahaya. Jenis *visual signal* yang rencananya digunakan adalah *rocket parachutes flare* yang dipasang di *navigation deck*, dan *liferaft*.

#### 8. *Radio and Navigation*

##### a. *Search And Rescue Radar (SART)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 2 SART di setiap sisi *navigation deck*. Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, SART harus dibawa saat naik di *lifeboat* atau *liferaft* ketika dilakukan evakuasi agar radar tetap bisa ditangkap.

##### b. *Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)*

Pada kapal ini rencananya akan dipasang 1 EPIRB pada *navigation deck* dan diletakkan diluar. Frekuensi EPIRB yang digunakan menurut SOLAS Reg. IV/8 adalah 406 Mhz, dan tertera juga tanggal akhir masa berlaku atau tanggal terakhir sensor apung.

##### c. *Radio Telephone Apparatus*

Berdasarkan ketentuan SOLAS Reg. III/6, Terdapat paling sedikit tiga set *radio telephone* yang memenuhi standart dan diletakkan di *navigation deck*(2 buah) dan 1 di *engine room*.

### IV.9.2. *Fire Control Equipment*

Berdasarkan SOLAS Reg. II/10, pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang terlihat, mudah dijangkau dengan cepat dan mudah kapanpun atau saat dibutuhkan. Sedangkan menurut MSC 911 /7, lokasi alat pemadam kebakaran portabel berdasarkan kesesuaian kebutuhan dan kapasitas. Alat pemadam kebakaran untuk kategori ruang khusus harus cocok untuk kebakaran kelas A dan B. Peralatan pemadam kebakaran yang dipasang pada kapal ini antara lain sebagai berikut:

#### 1. *Fire hose reel with spray jet nozzle & hydrant*

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 penumpang *fire hoses* harus terhubung ke *hydrant*. Menurut SOLAS Reg. II/10-2, Panjang *fire hoses* minimal adalah 10 m, tetapi tidak lebih dari 15 m di kamar mesin, 20 m di geladak terbuka, dan 25 m di geladak terbuka untuk kapal dengan lebar mencapai 30 m.

2. *Fixed CO<sub>2</sub> fire system*

Menurut SOLAS Reg. II/10-5, *fixed CO<sub>2</sub> fire system* digunakan untuk sistem pemadam kebakaran di kamar mesin atau untuk kebakaran kategori A, dimana terdapat kandungan minyak atau bahan bakar. *Fixed CO<sub>2</sub> fire system* diletakkan di sebuah ruangan di geladak utama.

3. *Sprinkler*

Menurut ketentuan SOLAS Reg. II/10-6, untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 penumpang harus dilengkapi dengan sistem *sprinkler* otomatis untuk area yang memiliki resiko kebakaran besar, misalnya seperti di *passenger deck*.

4. *Portable co<sub>2</sub> fire extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di area yang terdapat banyak sistem kelistrikan atau mengandung minyak dan bahan bakar lainnya.

5. *Portable foam extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran di kamar mesin.

6. *Portable dry powder extinguisher*

Digunakan untuk memadamkan kebakaran tipe A,B, dan C, sehingga diletakkan di area umum seperti geladak penumpang dan geladak akomodasi lainnya.

Sedangkan alat pendeteksi kebakaran yang harus dipasang berdasarkan ketentuan HSC Code VII/7 antara lain sebagai berikut:

1. *Bell fire alarm*

Untuk kapal kurang dari 500GT, *alarm* ini dapat terdiri dari peluit atau sirene yang dapat didengar di seluruh bagian kapal.

2. *Push button for fire alarm*

*Push button for general alarm* ini digunakan atau ditekan apabila terjadi tanda bahaya yang disebabkan apa saja dan membutuhkan peringatan menyeluruh pada kapal secepat mungkin.

3. *Heat detector*

*Heat Detector* dipasang pada seluruh tangga, koridor dan jalan keluar pada ruangan akomodasi.

4. *CO<sub>2</sub>alarm*

Berfungsi jika terdapat kontaminasi karbon dioksida berlebih pada satu ruangan / bagian kapal.

5. *Fire alarm panel*

*Control Panel* harus diletakkan pada ruangan atau pada *mainfire control station*.

#### IV.10. Permodelan 3 Dimensi

Setelah dilakukan permodelan rencana umum, selanjutnya permodelan 3D dapat dilakukan dengan pemroyeksian sesuai dengan rencana umum. Pengerjaan permodelan 3D dibantu dengan dua *software* yaitu *Maxsurf* dan *Sketchup* 2016.

Pada tahap awal permodelan lambung menggunakan *software Maxsurf Modeler* dan menggunakan bantuan *sample design* yang sudah tersedia. *Sample design* tersebut diatur sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik yang sama dengan hasil tertentu (memiliki ukuran utama, *displacement*, CB, C<sub>P</sub>, dan LCB yang sama). Setelah *sample design* dibuka, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface>sizesurface* kemudian akan muncul kotak dialog seperti pada Gambar IV.19.

Pada proses pengerjaan permodelan 3D pada lambung dengan menggunakan *Maxsurf Modeler* ini didapatkan bentuk model *hull*, *main deck*, dan *ramp door*. Kemudian untuk menampilkan bentuk *hull* secara pejal dengan menggunakan menu *rendering* pada *toolbar* yang tersedia sehingga didapatkan bentuk seperti pada Gambar IV.32 berikut.



Gambar IV.32. Permodelan pada *software maxsurf*



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB V ANALISIS EKONOMIS

### V.1. Perhitungan Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Untuk membangun sebuah kapal diperlukan banyak plat yang digunakan untuk memenuhi akomodasi, lambung, dan konstruksi kapal. Kuantitas berat total plat inilah yang menentukan besarnya biaya kapal. Selain itu faktor yang mempengaruhi besarnya harga kapal adalah permesinan yang digunakan, perlengkapan dan peralatan. Berdasarkan data dari PT. *Nicon Steel* harga baja per tanggal 1 Juni 2017 adalah sebesar US\$ 714/ton. Dengan harga baja tersebut perhitungan biaya pembangunan kapal pada Tabel V.1 mengacu pada pedoman perkiraan biaya dari Direktorat Pengolahan Pertamina.

Tabel V.1 Biaya Pembangunan Kapal

Cost	Detail	Q	I
DIRECT COST	<b>1. Hull Part</b>		
	1.a. Steel plate and profile	21.00	\$3,107,365.97
	1.b. Hull outfit, deck machinery and accommodation	7.00	\$1,035,788.66
	1.c. Piping, valves and fittings	2.50	\$363,924.52
	1.d. Paint and cathodic protection/ICCP	2.00	\$295,939.62
	1.e. Coating (B/WT only)	1.50	\$221,954.71
	1.f. Fire fighting, life saving and safety equipment	1.00	\$147,969.81
	1.g. Hull spare part, tool, and inventory	0.30	\$44,330.94
	<b>Subtotal (1)</b>	<b>35.30</b>	<b>\$5,223,334.23</b>
	<b>2. Machinery Part</b>		
	2.a. Propulsion system and accessories	12.00	\$1,775,637.70
	2.b. Auxiliary diesel engine and accessories	3.50	\$517,894.33
	2.c. Boiler and Heater	1.00	\$147,969.81
	2.d. Other machinery in in E/R	3.50	\$517,894.33
	2.e. Pipe, valves, and fitting	2.50	\$363,924.52
	2.f. Machinery spare part and tool	0.50	\$73,984.90
	<b>Subtotal (2)</b>	<b>23.00</b>	<b>\$3,403,305.59</b>
	<b>3. Electric Part</b>		
	3.a. Electric power source and accessories	3.00	\$443,909.42
	3.b. Lighting equipment	1.50	\$221,954.71
	3.c. Radio and navigation equipment	2.50	\$363,924.52
	3.d. Cable and equipment	1.00	\$147,969.81
	3.e. Electric spare part and tool	0.20	\$29,593.96
	<b>Subtotal (3)</b>	<b>8.20</b>	<b>\$1,213,352.43</b>
	<b>4. Construction cost</b>		
	Consumable material, rental equipment and labor	20.00	\$2,959,396.17
	<b>Subtotal (4)</b>	<b>20.00</b>	<b>\$2,959,396.17</b>
	<b>5. Launching and testing</b>		
	<b>Subtotal (5)</b>	<b>1.00</b>	<b>\$147,969.81</b>
	<b>6. Inspection, survey and certification</b>		
	<b>Subtotal (6)</b>	<b>1.00</b>	<b>\$147,969.81</b>
	<b>TOTAL I (sub 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)</b>	<b>88.50</b>	<b>\$13,095,328.03</b>

INDIRECT COST	7. Design cost	3.00	\$443,909.42
	8. Insurance cost	1.00	\$147,959.81
	9. Freight cost, import duties, IDC, Q/A, guarantee engineer, handling fee, guarantee & warranty cost	2.50	\$369,924.52
	TOTAL II (sub 7 + 8 + 9)	6.50	\$961,803.75
MARGIN	TOTAL III	5.00	\$739,849.04
GRAND TOTAL (I + II + III)		100.00	\$14,796,980.83

Berdasarkan Tabel V.1 dilakukan perhitungan besarnya harga kapal dan didapatkan total harga kapal adalah US\$14,796,980.83. Kemudian harga di konversi ke Rupiah dengan nilai jual 1US\$ = Rp.13.388,00 (Bank Indonesia, 1 Juni 2017). Sehingga didapatkan harga kapal sebesar Rp 197.095.784.628.

## V.2. Perhitungan Estimasi *Break Even Point* (BEP)

### V.2.1. Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang harus dikeluarkan *owner* kapal secara rutin. Pada Tugas Akhir ini, perhitungan biaya operasional ditentukan untuk biaya rutin yang harus dikeluarkan *owner* kapal setiap tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya biaya operasional di antaranya biaya perawatan kapal, asuransi, gaji kru kapal, cicilan pinjaman bank, *port charges*, serta biaya bahan bakar. Untuk lebih jelasnya, nominal biaya operasional M.V ALLERIA dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel V.2 Biaya Operasional

Perhitungan Biaya Operasional		
Biaya Perawatan		
Di asumsikan 10% dari bulding cost		
Total maintainance cost	45.009.862.989,69	RP
Gaji Komplemen Kapal		
Jumlah kru	23	orang
Gaji crew per bulan	6.000.000.00	Rp
Gaji crew per tahun	72.000.000.00	Rp
Biaya Manajemen di asumsikan 4% dari building cost	18.003.945.195,87	Rp
Total Gaji	18.075.945.195,87	Rp/tahun
Biaya Bahan Bakar & Pelumasan		
Kebutuhan Bahan Bakar Diesel	64667	Liter/trip
harga Bahan Bakar Diesel	5.150,00	Rp/liter

Kebutuhan Pelumas	255.4419363	kg/trip
Haga Pelumas	19000	Rp/Kg
Total Biaya	44.896.177.440,90	Rp
<b>Biaya asuransi</b>		
diasumsikan 2% dari building cost		
Total Biaya asuransi	90.019.725,98	Rp/tahun
<b>Biaya Perbekalan</b>		
Konsumsi/hari	8.050,00	kg/hari
Konsumsi/tahun	2.656.500,00	kg/tahun
Total biaya Perbekalan	18.595.500.000,00	
<b>Biaya Pelabuhan</b>		
GT kapal	14.764,59	GT
Biaya tambat	72.850.253,73	Rp/tahun
Biaya Bongkar Muat	474.500.000,00	Rp/tahun
Total Biaya Pelabuhan	547.350.253,73	Rp/tahun
<b>Total Biaya Operational</b>		
163.579.630.210,58		Rp/tahun

Dari Tabel IV.2 dapat dilihat bahwa total pengeluaran setiap tahun untuk biaya perawatan, asuransi, gaji komplemen kapal, bahan bakar, *fresh water*, serta biaya *port charges* adalah sebesar Rp.163.579.630.210,58

### V.2.2. Perencanaan Trip Kapal

M.V ALLERIA diperkirakan mampu melakukan *trip* sebanyak 130 kali dalam setahun seperti pada Tabel V.3 dengan durasi setiap kali *trip* membutuhkan waktu 2,5 hari .Durasi perjalanan tersebut didapatkan dari perhitungan antara akumulasi jarak dengan kecepatan dinas M.V ALLERIA.

Tabel V.3 Perhitungan jumlah trip per tahun

Perhitungan jumlah trip	
Service Speed	= 8.230 m/s
	= 18.411 mil/jam
Jarak	= 839 mil
Sea Time	= 46 jam
	= 1.916666667 hari
Port Time	= 0.608333333 hari
Idle Time	= 0 hari
Waktu Total	= 2.5 hari
Possible Voyage	= 130

### V.2.3. Penentuan Tarif

Penentuan tarif truk mengacu pada biaya pembangunan dan biaya operasional M.V ALLERIA. Perencanaan harga tiket M.V ALLERIA direncanakan harus lebih murah daripada harga tiket melalui jalur darat. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel IV.7 .

### V.2.4. Perhitungan Keuntungan Bersih

Setelah melakukan perhitungan biaya operasional, jumlah trip dan tarif, maka di dapatkan perhitungan keuntungan bersih seperti pada Tabel V.1.

Tabel V.4 Perhitungan keuntungan Bersih

Perhitungan Keuntungan Bersih	
Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp 49.273.946.157
Pinjaman Bank beserta bunganya	Rp 369.554.596.178
Keuntungan Kotor	Rp 215.958.600.000
Biaya Operasional	Rp 163.579.630.211
Keuntungan Bersih	Rp 52.378.969.789

Berdasarkan perhitungan harga pada Bab V, maka bisa didapatkan nilai BEP dari operasi M.V ALLERIA. Untuk estimasi Perhitungan BEP dapat dilihat pada

Tabel V.5 Estimasi Perhitungan BEP

Tahun ke-	Nominal (Rp)
1	(464.997.464.859,49)
2	(412.618.495.070,06)
3	(346.234.429.884,85)
4	(279.850.364.699,64)
5	(198.144.500.930,72)
6	(116.438.637.161,81)
7	(17.985.009.455,11)
8	80.468.618.251,58
9	197.214.056.907,80
10	313.959.495.564,02
11	450.668.400.460,39
12	587.377.305.356,76
13	745.859.230.415,44
14	904.341.155.474,12
15	1.086.554.668.463,51
16	1.268.768.181.452,90
17	1.476.832.870.085,98
18	1.684.897.558.719,05
19	1.921.106.998.939,40
20	2.157.316.439.159,75

Berdasarkan Tabel V.5, dapat ditarik kesimpulan bahwa BEP terjadi pada tahun ke-8 dengan nominal keuntungan sebesar Rp.80.468.618.251,58.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan ukuran utama M.V ALLERIA berdasarkan metode parametric desain dengan dasar *payload* 144 truk. Dari data tersebut, kemudian dibuat *layout* awal dan didapatkan *payload* 180 truk.

Ukuran Utama M.V ALLERIA yang didesain yaitu:

- Lpp (Panjang) = 145 m
- B (Lebar) = 30 m
- H (Tinggi) = 11 m
- T (Sarat) = 6 m

2. Desain Rencana Garis dapat dilihat pada Gambar IV.18 dan di lampiran B, Desain Rencana Umum dapat dilihat pada Gambar IV.21 dan di lampiran C
3. Desain Rencana Umum dapat dilihat pada Gambar IV.21 dan di lampiran C
4. Desain *Safety Plan* dapat dilihat pada lampiran D dan desain 3D dapat dilihat pada lampiran E
5. Berdasarkan Analisis Ekonomis yang dilakukan, didapatkan biaya investasi pembangunan M.V ALLERIA sebesar Rp 517.376.434.648. Estimasi keuntungan bersih pertahun dari rute pelayaran Lampung-Bali adalah sebesar Rp.52.378.969.789

#### **VI.2. Saran**

1. Perlu adanya tinjauan terhadap konstruksi dari desain *Truck Carrier Ro-Ro* ini
2. Perlu dibuat sistem hidrolis yang lebih detail serta perancangan *ramp door*.
3. Serta diharapkan adanya perhitungan & analisis ekonomis yang riil terhadap anggaran pembangunan M.V ALLERIA sehingga kapal ini dapat direalisasikan dan dapat menjadi solusi untuk mengurangi kemacetan di Indonesia.



Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Hafiz, M. R. (2014). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. *Desain kapal Penumpang Barang Untuk Pelayaran Gresik-Bawean* . Surabaya: ITS.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- id.wikipedia.org*. (2016). Retrieved Desember 16, 2016, from *id.wikipedia.org*:  
[https://id.wikipedia.org/wiki/Kapal\\_Ro-Ro](https://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_Ro-Ro)
- id.wikipedia.org*. (2016). Retrieved Desember 16, 2016, from *id.wikipedia.org*:  
<https://id.wikipedia.org/wiki/Truk>
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO .
- International Maritime Organization (IMO). (2012, April 12). *Titanic Remembered by IMO Secretary-General*. Retrieved May 4, 2012, from IMO web site: <http://www.imo.org>
- Kharismarsono, I. H. (2017). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. *Desain Kapal Destilator rude Oil untuk Wilayah Perairan Laut Jawa* . Surabaya: ITS.
- kompas.com*. (2016). Retrieved Desember 12, 2016, from *kompas.com*:  
<http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2016/11/20/175331126/truk.banjiri.jalan.raya.kapal.roro.akan.jadi.alat.angkut.dari.lampung.ke.bali>
- Kurniawati, H.A. (2009). Lecture Handout. *Ship Outfitting* . Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Linde, H. (2004). Multipurpose Cargo Ships. In T. Lamb (Ed.), *Ship Design and Construction* (Vol. 2, pp. 27-35). New Jersey.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 115. (2016). *Tatacara Pengangkutan Kendaraan di Atas Kapal*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Rahmadhon, L. R. (2016). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. *Model Transportasi Peti Kemas Inland Waterway: Studi Kasus Tanjung Priok Cikarang* . Surabaya: ITS.
- Rahmita, F. C. (2015). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. *Desain Inovasi Kapal Truck Carrier Rute Surabaya-Jakarta Untuk Mengurangi Kemacetan Jalan Pantura Jawa* . Surabaya: ITS.
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.

- Satriawansyah, M. H. (2016). Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan. *Desain Kapal Penumpang Katamaran Untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi-Pelabuhan Benoa*. Surabaya: ITS.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design* (Vol. 1). (R. Bhattacharyya, Ed.) Oxford: Elsevier.
- [www.fastlanefwd.co.uk](http://www.fastlanefwd.co.uk). (2016). Retrieved Desember 16, 2016, from [www.fastlanefwd.co.uk](http://www.fastlanefwd.co.uk): <http://www.fastlanefwd.co.uk/carshippingtonamibia.php>.
- [www.kompasiana.com](http://www.kompasiana.com). (2016). Retrieved Desember 16, 2016, from [www.kompasiana.com](http://www.kompasiana.com): [http://www.kompasiana.com/odiology/beratnya-beban-pantura\\_54f6a873a333118b548b45ea](http://www.kompasiana.com/odiology/beratnya-beban-pantura_54f6a873a333118b548b45ea)
- [www.macgregor.com](http://www.macgregor.com). (2017). Retrieved Mei 22, 2017, from [www.macgregor.com](http://www.macgregor.com): <http://www.macgregor.com/en-global/macgregor/products/Ramps/Internal-access-ramp/Pages/default.aspx>
- [www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id). (2017). Retrieved Juny 1, 2017, from [www.maritimeworld.web.id](http://www.maritimeworld.web.id): <http://www.maritimeworld.web.id/2011/02/apa-yang-dimaksud-dengan-sckoci-pada.html>
- [www.ttsgroup.com](http://www.ttsgroup.com). (2017). Retrieved Mei 22, 2017, from [www.ttsgroup.com](http://www.ttsgroup.com): <http://www.ttsgroup.com/Products/Bow-Equipment/>

**LAMPIRAN A**  
**PERHITUNGAN TEKNIS**

## PERHITUNGAN KOEFISIEN

### Input Data :

$L_p =$	105.00 m	deck	$F_n =$	0.218
$B_p =$	30.00 m	7	$V_s =$	16 knot
$H_p =$	11.00 m	1.5	$=$	8.270 m/s
$T_p =$	5.00 m	2	$\rho =$	1.025 ton/m <sup>3</sup>

### Perhitungan:

#### • $L_{wl}$

$$L_{wl} = L_{pp} + 4\% L_{pp} = 1.04 L_{pp}$$

$$= 109.2 \text{ m}$$

(Engineering judgement)

#### • Froude Number ( $F_n$ )

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$= 0.218$$

1. =

$g =$

$$9.81 \text{ m/s}^2$$

(principles of Naval Architecture Vol.2 Hlm.54)

#### • Perhitungan ratio ukuran utama kapal:

Perbandingan Ukuran Utama				
$L/B$	=	4.83	3.5 Diterima	[ PNA Vol. I hal. 19 ]
$B/T$	=	5.00	1.8 Diterima	[ PNA Vol. I hal. 19 ]
$L/T$	=	24.17	10 Diterima	[ PNA Vol. I hal. 19 ]
$L/16$	=	9.06	H : Diterima	[ BKJ Vol. II sec. 1 2006 ]

Koreksi Ukuran Utama				
$L/B$	=	4.83	$4.7 < L/B < 7.63$	Diterima
$L/H$	=	13.18	$8.12 < L/H < 15.48$	Diterima
$B/H$	=	2.73	$1.47 < B/H < 3.00$	Diterima
$B/T$	=	5.00	$1.84 < B/T < 5$	Diterima

(Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol.2. hal 160)

#### • Block Coefficient ( $C_b$ ) (Watson & Gilkison) :

$$C_b = -4.22 + 27.87 F_n - 39.1 F_n^2 + 46.6 F_n^3$$

$$= 0.718$$

$$\text{spiral} : 0.15 \cdot F_n \cdot 70.32$$

(Parametric design halaman 11-11)

#### • Midship Section Coefficient ( $C_m$ ) (Series 60)

$$C_m = 0.977 + 0.885(C_b - 0.6)$$

$$= 0.967$$

(Parametric design halaman 11-12)

#### • Prismatic Coefficient ( $C_p$ )

$$C_p = C_b / C_m$$

$$= 0.728$$

(Principle of Naval Architecture Vol.1 hlm.19)

#### • Waterplane Coefficient ( $C_{wp}$ )

$$C_{wp} = C_b / (0.471 + 0.553 C_b)$$

$$= 0.829$$

(for tankers)

(Parametric design halaman 11-16)

#### • Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)

$$LCB = [-13.5] + 19.4 \cdot C_p \% L_{pp}$$

$$= 0.618428362 \% L_{pp}$$

(Parametric design halaman 11-19)

LCB dari Midship:

$$(LCB\%/100) \cdot L_{pp} = 6 \text{ m dari Midship}$$

LCB dari AP:

$$0.5 \cdot L_{pp} + LCBm = 6 \text{ m dari AP}$$

LCB dari FP:

$$L_{pp} - LCB \text{ dari AP} = 71.60 \text{ m dari FP}$$

# PERHITUNGAN HAMBATAN

[Holtrop & Mennen Method]

Input Data :

Lpp =	145 m	Fn =	0.2182
Lwl =	150.8 m	Cb =	0.7183
H <sub>o</sub> =	11 m	Cm =	0.9871
B <sub>o</sub> =	30 m	Cwp =	0.8287
T <sub>o</sub> =	6 m	Cp =	0.7278
Vs =	8.2304 m/s		

Choice No.	C <sub>stern</sub>	Used for
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped Sections
3	0	Normal Sectional Shape
4	10	U - Shaped Section With Hogner Stern

(Principles of Naval Architecture Vol.2 hlm.91)

Perhitungan :

## Viscos Resistance

- C<sub>F0</sub> (Friction Coefficient - ITTC 1957)

$$R_n = L_{wt} \cdot \frac{V^\xi}{v} \quad v = 1.18831 \times 10^{-6}$$

$$= 1044461731 \quad = 0.00000118831$$

(Principle of Naval Architecture Vol 2 hlm.58)

$$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

tanpa bulb

$$= 0.001522384$$

(Principle of Naval Architecture Vol 2 hlm.90)

- Harga 1 + k<sub>1</sub>

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.48 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{0.6042}$$

$$= 1.178903777$$

$$C = 1 + 0.011 C_{stern} \quad ; \quad C_{stern} = 0, \text{ karena bentuk Afterbody normal}$$

$$= 1$$

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_p + \frac{0.06 C_p \cdot LCB}{(4 C_p - 1)}$$

$$= 0.29 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol 2 hlm.91})$$

## Resistance of Appendages

- Wetted Surface Area

A<sub>BT</sub> = cross sectional area of bulb in FP

$$= 10\% \cdot B \cdot T \cdot C_m$$

$$= 0$$

(Principle of Naval Architecture Vol 2 hlm.91)

→

$$S = L(2T + B)C_M^{0.5} (0.4530 + 0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.00346\frac{B}{T} + 0.3696C_{wp}) + 2.38\frac{A_{BT}}{C_B}$$

→ 0.11 ≤ B/L ≤ 0.25

$$= 4891.316503 \text{ m}^2 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol 2 hlm.91})$$

$$S_{Rudder} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot \frac{1.75 \cdot L \cdot T}{100}$$

$$= 30.45 \text{ m}^2 \quad (\text{Biro Klasifikasi Indonesia 2009 Vol.II 14-1})$$

$$S_{Bilge Keel} = L_{Keel} \cdot H_{Keel} \cdot 4$$

$$= 0 \quad (\text{tanpa bilge keel})$$

S<sub>app</sub> = total wetted surface of appendages

$$= S_{Rudder} + S_{Bilge Keel}$$

$$= 30.45 \text{ m}^2 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92})$$

$$\begin{aligned}
 &= 30.45 \text{ m}^2 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92}) \\
 S_{\text{tot}} &= \text{wetted surface of bare hull and appendages} \\
 &= S + S_{\text{app}} \\
 &= 4922 \text{ m}^2 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92}) \\
 &\rightarrow L/B \leq 12
 \end{aligned}$$

- Harga  $1 + k_2$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{without bulb} \quad (1+k_2)_{\text{effective}} &= \frac{\sum s_i (1+k_2)_i}{\sum s_i} \quad \text{Harga } (1+k_2) = 1.5 \\
 &= 1.5 \quad (1.3-1.5 \text{ for rudder of single screw ship}) \\
 &\quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1 + k &= 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \frac{S_{\text{app}}}{S_{\text{tot}}} \\
 &= 1.18 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92})
 \end{aligned}$$

### Wave Making Resistance

→ Tf/Lwl (Principle of Naval Architecture Vol II hlm. 92-93)

$$\begin{aligned}
 C_1 &= 2223105 C_4^{3.7861} \left( \frac{T}{B} \right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757} \\
 &= 3.133259868
 \end{aligned}$$

dimana :

$$C_4 = B/L$$

$$= 0.199$$

saat even keel :

$$T_a = T$$

$$T_f = T$$

$$i_E = 12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left( LCB + \frac{6.8(T_o - T)}{T} \right)^3$$

$$= 30.4964$$

- Harga  $m_1$

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \nabla^{\frac{1}{3}} / L - 4.7932 B / L - C_s \\
 &= -2.174941059 \\
 C_5 &= 8.03798 C_p - 13.8673 C_p^2 + 6.9844 C_p^3 \\
 &= 1.20
 \end{aligned}$$

- Harga  $m_2$

$$\begin{aligned}
 m_2 &= C_6 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}} \quad F_n^{-3.29} = 149.627 \\
 &= -0.0041834604 \quad e^{-0.034 F_n^{-3.29}} = 0.006
 \end{aligned}$$

dimana :

$$C_6 = -1.69385$$

$$\nabla \frac{L^3}{\nabla} = 156.3517052$$

- Harga  $\lambda$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 1.446 C_p - 0.03 L/B \\
 &= 0.902
 \end{aligned}$$

- Harga  $C_2$

$$C_2 = 1 \quad d = -0.9$$

- Harga  $C_3$

$$\begin{aligned}
 C_3 &= 1 - 0.8 A_T / (B \cdot T \cdot C_M) \quad A_T = 0 \\
 &= 1 \quad A_T = \text{the immersed area of the transom at zero speed} \\
 &\quad \text{Saat } V = 0, \text{ Transom tidak tercelup air}
 \end{aligned}$$

- Harga  $R_w/w$

$$\begin{aligned}
 \frac{R_w}{w} &= C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}} \\
 &= -0.0035687022
 \end{aligned}$$

- $C_A$  (Correlation Allowance)

$$\begin{aligned}
 C_A &= 0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205 \\
 &= 0.000428899 \quad Tf/Lwl = 0.039787798
 \end{aligned}$$

- W (gaya berat)

$$\begin{aligned}
 W &= \rho \cdot g \cdot \nabla \\
 &= 196062374.2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- $R_{\text{total}}$

$$\begin{aligned}
 R_T &= \frac{1}{2} \rho V^2 S_{\text{tot}} [C_F (1 + k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W \\
 &= 336378 \text{ N} \\
 &= 336.378 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- $R_{\text{total}} + 15\%$  (margin)

$$= 336.378 \text{ kN} \quad (\text{Engineering Judgement})$$

# PERHITUNGAN PROPULSI DAN DAYA MESIN

Input Data :

$$\begin{aligned} R_T &= 336.378 \text{ kN} \\ P/D &= \text{Pitch ratio, } 0,5 - 1,4 \\ &= 1 \\ n &= \text{Putaran propeller} \\ n \text{ (rpm)} &= 110 \\ n \text{ (rps)} &= 1.83 \\ F_n &= 0.218 \\ C_b &= 0.718 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \text{Diameter propeller, } D = 0,65.T \\ &= 3.9 \text{ m} \\ Z &= \text{Jumlah daun propeller} \\ &= 4 \\ AE/AO &= \text{Expanded Area Ratio, } 0,4 ; 0,55 ; 0,7 ; 0,85, \text{ yang digunakan dalam perhitungan } 0,4 \\ \rho &= 1.025 \text{ ton/m}^3 \\ R_n \text{ propeler} &= 1044461731 \end{aligned}$$

Perhitungan :

$\omega$  (Wake Friction)

$$\begin{aligned} C_v &= (1+k) \cdot C_{F0} + C_A \\ &= 0.00222667 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.162}) \\ \omega &= 0,3 C_B + 10 C_v \cdot C_B - 0.1 \\ &= 0.1314957 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.163}) \\ t &= 0.1 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.163}) \\ V_A &= \text{speed of advance} \\ &= V_s (1-\omega) \\ &= 7.148 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.146}) \end{aligned}$$

Effective & Thrust Horse Power

$$\begin{aligned} PE \text{ (kW)} &= R_T \cdot V_s \\ &= 2768.5255 \text{ kW} \\ Pt \text{ (kW)} &= T \cdot V_a = 2671.640323 \text{ kW} \\ T &= R_t / (1-t) = 373.7533 \quad (\text{Parametric Design hlm 11-27}) \end{aligned}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned} \eta_H &= \text{Hull Efficiency} \\ &= 1.0362643 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.152}) \\ \eta_O &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} \\ &= 0.5 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.145}) \\ \eta_r &= \text{Rotative Efficiency} \\ &= 0.98 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.163}) \\ \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} \\ &= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r = 0.507769507 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.153}) \\ PD &= \text{Delivered Power at Propeller} \\ &= PE / \eta_D = 5452.32719 \text{ kW} \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hlm.153}) \end{aligned}$$

Shaft Horse Power

$$\begin{aligned} \eta_S \cdot \eta_B &= 0.980 ; \text{ untuk mesin di after} \quad (\text{Parametric Design hlm. 11-31}) \\ PS &= \text{Shaft Power} \\ &= PD / (\eta_S \cdot \eta_B) \\ &= 5563.59917 \text{ kW} \quad (\text{Parametric Design hlm. 11-29}) \end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned} PB_0 &= \text{Brake Horse Power (BHP}_0\text{)} \\ &= PS / \eta_t = 5706.25556 \text{ kW} \quad (\text{Parametric Design hlm. 11-29}) \\ \eta_t &= 0.975 \quad (\text{Parametric Design hlm. 11-33}) \\ \text{Koreksi MCR} &= 15\% \cdot P_{B0} \\ PB &= (115\% \cdot P_{B0}) = \text{BHP} \\ BHP &= 6562.194 \text{ kW} \\ &= 6562.194 \cdot 1.3596 \text{ HP} \\ BHP &= 8921.959 \text{ HP} \end{aligned}$$



# PENENTUAN MESIN UTAMA DAN GENERATOR SET

## MESIN UTAMA



Mesin  
Merk = MAN B&W  
Type = 6L32/44CR

Pemilihan Mesin Induk :  
Daya [ kW ] = 6720 kW  
Daya [ hp ] = 9136.5 hp  
RPM = 750 rpm  
L = 6155 mm  
W = 2355 mm  
H = 4165 mm  
Dry mass = 78 ton  
Konsumsi Fuel Oil  
= 179 g/kWh  
Konsumsi Lubricating Oil  
0.5 g/kWh

## GENERATOR SET

Daya Genset = 25% Engine  
1640.55 kW

Pemilihan Genset	
Merk:	MAN Diesel
Type:	8L21/31
Daya =	1760 kW
W =	3183 mm
L =	3959 mm
H =	3183 mm
Dry mass =	11.4 ton
Konsumsi Fuel Oil	
	189 g/kWh
Konsumsi Lubricating Oil	
	0.8 g/kWh





## PERHITUNGAN BERAT BAJA

*Revised Johnson Method (1992)*

*Ship design for efficiency and economy Ed. 154*

No.	Type kapal	CSD
1	Bulk carriers	0.87
2	Cargo ship (1 deck)	0.87
3	Cargo ship (7 decks)	0.876
4	Cargo ship (3 decks)	0.892
5	Passenger ship	0.858
6	Freight carriers	0.8664
7	Ro-ro's	0.8689
8	Esmeraldas	0.8722
9	Support vessels	0.8774
10	Tanker	0.8752
11	Traffic Service	0.65
12	Wags	0.8892
13	VLCC	0.8645

No.	Type kapal	C <sub>ei</sub>
1	Passenger ship	0.67 - 0.72
2	Large cargo ship	0.58 - 0.64
3	Small cargo ship	0.68 - 0.88
4	Bulk carrier	0.55 - 0.58
5	Tankers	0.52 - 0.54

Input Data :

Panjang Kapal (L) = 145.00 m

Lebar Kapal (B) = 20.00 m

Tinggi Kapal (H) = 11.00 m

Perhitungan :

Volume Superstructure (V<sub>s</sub>)

1. Volume Forecastle (V<sub>fc</sub>)

Panjang Forecastle (l<sub>fc</sub>) = gang ke 15.7

= 11.6 m

Lebar Forecastle (b<sub>fc</sub>) = selebar kapal

= 20 m

Tinggi Forecastle (t<sub>fc</sub>) = 2.5 m

Volume Forecastle (V<sub>fc</sub>) = 0.5 · l<sub>fc</sub> · b<sub>fc</sub> · t<sub>fc</sub>

= 425.88 m<sup>3</sup>

2. Volume Pump (V<sub>ps</sub>)

Panjang Pump (l<sub>ps</sub>) = gang ke 37

= 23 m

Lebar Pump (b<sub>ps</sub>) = selebar kapal

= 20 m

Tinggi Pump (t<sub>ps</sub>) = 2.5 m

Volume Pump (V<sub>ps</sub>) = l<sub>ps</sub> · b<sub>ps</sub> · t<sub>ps</sub>

= 1175.88 m<sup>3</sup>

Volume Superstructure (V<sub>s</sub>)

(V<sub>s</sub>) = V<sub>fc</sub> + V<sub>ps</sub>

= 2618.88 m<sup>3</sup>

Volume Deck House (V<sub>dh</sub>)

Revised:

Deck House	Panjang (l <sub>dh</sub> )	Lebar (b <sub>dh</sub> )
Pump	23	20
Deck House	22	26
Deck House	23	28
Deck House	18	28
Wheelhouse	7.2	16

1. Volume Deck House 1 (V<sub>dh1</sub>)

Panjang Deck House 1 (l<sub>dh1</sub>) = 26 m

Lebar Deck House 1 (b<sub>dh1</sub>) = 26 m : 1.307 = gangway

<b>2. Volume Deck House 2 (V<sub>DH2</sub>)</b>			
Panjang Deck House 2 (P <sub>DH</sub> )	=	24 m	
Lebar Deck House 2 (b <sub>DH2</sub> )	=	20 m	1.2x2 = gangway
Tinggi Deck House 2 (t <sub>DH2</sub> )	=	2.5 m	1.2x2 = gangway
Volume Deck House 2 (V <sub>DH</sub> )	=	$P_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2}$	
	=	1200.00 m <sup>3</sup>	
<b>3. Volume Deck House 3 (V<sub>DH3</sub>)</b>			
Panjang Deck House 3 (P <sub>DH</sub> )	=	22 m	
Lebar Deck House 3 (b <sub>DH3</sub> )	=	16 m	1.2x2 = gangway
Tinggi Deck House 3 (t <sub>DH3</sub> )	=	2.5 m	1.2x2 = gangway
Volume Deck House 3 (V <sub>DH</sub> )	=	$P_{DH3} \cdot b_{DH3} \cdot t_{DH3}$	
	=	880.00 m <sup>3</sup>	
<b>4. Volume Anjungan (V<sub>AS</sub>)</b>			
Panjang Anjungan (P <sub>AS</sub> )	=	11.6 m	
Lebar Anjungan (b <sub>AS</sub> )	=	16 m	1.2x2 = gangway
Tinggi Anjungan (t <sub>AS</sub> )	=	2.5 m	1.2x2 = gangway
Volume Anjungan (V <sub>AS</sub> )	=	$P_{AS} \cdot b_{AS} \cdot t_{AS}$	
	=	464.00 m <sup>3</sup>	

#### Volume Deck House

$$V_{DH} = V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} + V_{AS}$$

$$= 4184.00 \text{ m}^3$$

#### Berat Baja (W<sub>B</sub>)

DA = Tinggi Kapal Setelah Ditambah dengan Superstructure dan Deck House

=

$$= 12.54 \text{ m}$$

C<sub>DA</sub> = Track Center

$$= 8.8752 \text{ t/m}^2$$

D = Berat Baja

$$= 19985.971 \text{ ton}$$

$$D = \lg \left( \frac{1}{19} \right)$$

$$= 1.3887252$$

$$C_D = C_{DA} + 8.88 \cdot e^{-0.0001 \cdot 19985.971}$$

$$= 8.1162$$

#### Total Berat Baja (t<sub>BB</sub>)

$$W_{BB} = L_{BB} \cdot B \cdot D_B \cdot C_D$$

$$= 6341.56 \text{ ton}$$

#### Tidak Berat Baja (t<sub>BB</sub>)

$$C_{BB} = \text{Koeffisien BB Baja}$$

$$= 8.54$$

$$BB = DA \cdot C_{BB}$$

$$= 6.773 \text{ m}$$

$$LCG_{BB} = 0.15 \cdot L_{BB}(\%)$$

$$= 0.448 \text{ \% L}$$

$$LCG_{BB} = LCG(\%) \cdot L_{BB}$$

$$= 0.679 \text{ m}$$

$$LCG_{BB} = 0.5 \cdot L_{BB} - LCG_{BB}$$

$$= 71.821 \text{ m}$$

Referensi: 8.5.3-8.5.4

Ship design for efficiency and economy Ref. 150

Ship design for efficiency and economy Ref. 150

Panama Canal No. 11.51

Panama Canal No. 11.51

Panama Canal No. 11.51



## PERHITUNGAN BERAT PERMESINAN

**Input :**

$$\begin{aligned}
 D &= \text{Diameter Propeller} \\
 &= 3.9 \text{ m} \\
 n_{rpm} &= 110 \text{ rpm} \\
 z &= 4 \text{ blade} \\
 AE/AO &= 0.4 \\
 PD &= \text{Delivered Power at Propeller} \\
 &= 5452.33 \text{ kW} \\
 PB &= \text{Brake Horse Power} \\
 (0.34-0.4)(PB/s) &= 5706.3 \text{ kW} \\
 W_e &= \text{Berat Mesin Induk} \\
 &= 78 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan :**

**Unit Propulsi**

$$\begin{aligned}
 W_{gear} &= \text{Berat Gear Box} && \text{(Ship Design for Efficiency and Economy Min 175)} \\
 &= && \text{diambil 0.4} \\
 &= 20.750 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 l &= \text{Panjang Poros} \\
 &= 9.4 \text{ m} \\
 M_p/l &= \text{Berat Poros/Panjang Poros} \\
 &= 0.081 \left( \frac{P_D}{n} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 1.093 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_s &= \text{Berat Poros Propeler} \\
 &= M_p/l \cdot l \\
 &= 10.22163363 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_s &= 11.5 \left( \frac{P_D}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \\
 &= 42.244 \text{ cm} \\
 &= 0.422 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berapang termasuk group  
 1. shaft, yoke  
 2. rings, pins, washers  
 3. shafts, cables  
 4. distributors, replacement  
 parts, valve, plate, pins,  
 gaskets, daily service tools,  
 air containers, compressors,

$$\begin{aligned}
 K &= \text{Koefisien Fixed Propeler} \\
 &= \left( \left( \frac{d_s}{D} \right) \left( 1.85 \frac{A_s}{A_e} \right) - (Z - 2) \right) / 100 \\
 &= 0.060154522
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{prop} &= \text{Berat Propeler} \\
 &= D^3 \cdot K \\
 &= 3.57 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{propulsi} &= W_{gear} + M_s + W_{prop} \\
 &= 34.54 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

### Unit Elektrikal

$$\begin{aligned} W_{gs} &= 2 \text{ genset} \\ &= 22.8 \text{ ton} \end{aligned}$$

### Lain - Lain :

$$\begin{aligned} W_{ot} &= (0.04 \sim 0.07) \cdot PB && \text{diambil 0,07} \\ &= 399.4378894 \text{ ton} \end{aligned}$$

(Ship Design for Efficiency and Economy hlm 177)

### Berat Total Permesinan

$$\begin{aligned} W_{total} &= W_e + W_{proptotal} + W_{gs} + W_{ot} \\ &= 534.778 \text{ ton} \end{aligned}$$

### Titik Berat Machinery :

$$\begin{aligned} h_{min} &= B/20 = 1.5 \text{ m} && \text{(BKI 2009 vol.2)} \\ h_{min} &= 1 \text{ m (tank structure)} && \text{Page 24-4 \& 8-2)} \\ H_{DB} &= \text{tinggi Double bottom} \\ &= B/15 \text{ atau } = 2 && > \text{diambil yang terkecil} \\ &= 2 \sim > 2 \text{ m} \\ KG &= 4.25 \text{ m} && \text{(Parametric Design hlm.11-25)} \\ LCG &= \text{Panjang Ceruk Buritan} + 0.5 \text{ Lkm} \\ &= 13.5775 \text{ m} \\ LCG_{FP} &= L_{pp} - LCG \\ &= 131.42 \text{ m} && 6155 \\ LCG_M &= - (LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{pp}) && 3.0775 \\ &= -58.9225 \text{ m} && 10.5 \end{aligned}$$

## PERHITUNGAN PERALATAN DAN PERLENGKAPAN

(Ship Design for Efficiency and Economy Item 172)

### Input Data :

$L_{pp}$	=	145.0 m	
$B$	=	30.0 m	
$H$	=	11.0 m	
$C_{ALP}$	=	170 kg/m <sup>2</sup>	For cargo ship 160-170 kg/m <sup>2</sup>

### Perhitungan :

#### Grup III

##### 1. Poop

$$\begin{aligned} z_{PO} &= (A_{PO} C_{ALP}) / 1000 = 29 \text{ m} \\ h_{PO} &= 30.000 \text{ m} \\ A_{PO} &= z_{PO} \cdot h_{PO} \\ &= 870.000 \text{ m}^2 \\ W_{PO} &= (A_{PO} C_{ALP}) / 1000 \\ &= 147.900 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 3. Deck House II

$$\begin{aligned} z_{DH2} &= 22 \text{ m} \\ h_{DH2} &= 20.000 \text{ m} \\ A_{DH2} &= z_{DH2} \cdot h_{DH2} \\ &= 440.000 \text{ m}^2 \\ W_{DH2} &= (A_{DH2} C_{ALP}) / 1000 \\ &= 74.800 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 2. Deck House I

$$\begin{aligned} z_{DH1} &= 22 \text{ m} \\ h_{DH1} &= 26 \text{ m} \\ A_{DH1} &= z_{DH1} \cdot h_{DH1} \\ &= (A_{DH2} C_{ALP}) / 1000 = 572.000 \text{ m}^2 \\ W_{DH1} &= \\ &= 97.240 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 4. Deck House III

$$\begin{aligned} z_{DH3} &= 10.000 \text{ m} \\ h_{DH3} &= 20.000 \text{ m} \\ A_{DH3} &= z_{DH3} \cdot h_{DH3} \\ &= 200.000 \text{ m}^2 \\ W_{DH3} &= \\ &= 34.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### 5. Anjungan

$$\begin{aligned} z_{AN} &= 11.6 \text{ m} \\ h_{AN} &= \sqrt{[(0.994 \cdot 0.8)]^2} = 14.000 \text{ m} \\ A_{AN} &= z_{AN} \cdot h_{AN} \\ &= 165.600 \text{ m}^2 \\ W_{AN} &= \\ &= 31.552 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{Total} &= W_{PO} + W_{DH2} + W_{DH1} + W_{DH3} + W_{AN} \\ &= 305.492 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### Grup IV

$$\begin{aligned} C &= 0.26 \text{ ton/m}^2 \\ &: 0.18 \text{ ton/m}^2 < C < 0.26 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$W_{IV} = 342.685 \text{ ton}$$

### Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$$\begin{aligned} W_{BBB} &= W_{Total} + W_{IV} \\ &= 728.177 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### Wo- K.L.B

$$= 1218 \text{ ton}$$

K=0.28 t/m<sup>2</sup> (crude oil with length around 150m)

(Ship Design for Efficiency and Economy Item 148)



## PERHITUNGAN TITIK BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN

(Parametric Design Item 31-25)

$KG_{\text{B&O}}$

$$D_A = (W_{\text{DECKER, DECK}} + W_{\text{DECK, DECK}} + W_{\text{DECK, DECK}} + W_{\text{DECK, DECK}} + W_{\text{DECK, DECK}})$$

*Figgyt Royal Sailing Dismasted dengan Superstructure from Deck House*

$$KG_{\text{B&O}} = (L_{02} \sim L_{08}) \cdot I_A \quad (\text{Ship Design for Efficiency and Economy hal. 175})$$

13.547 m diambil koefisien 1,01

$LCG_{\text{B}}$

### 1. Kamar Permesinan

$$W_{\text{B&O K1}} = 25\% \cdot W_{\text{B&O}}$$

(17,5%  $W_{\text{B&O}}$  + 8,5%  $W_{\text{B&O}}$  + 13,5%  $W_{\text{B&O}}$  + 13,5%  $W_{\text{B&O}}$  + 13,5%  $W_{\text{B&O}}$ )

assumed  $W_{\text{B&O}}$  di Kamar Permesinan

304.500 ton

$$LCG_{\text{B&O K1}} = \text{Titik Berat Permesinan terhadap Midship}$$

-58.9225 m

### 2. Deck House I

$$L_{\text{DH1}} = 22 \text{ m}$$

$$W_{\text{DH1}} = 97.240 \text{ ton}$$

$$LCG_{\text{DH1}} = -0.5 \cdot L_{\text{DH1}} + (L_{\text{DH1}} + L_{\text{DH1}}) - 0.5 \cdot L_{\text{DH1}}$$

-36.5083 m di belakang M

### 3. Deck House II

$$L_{\text{DH2}} = 22 \text{ m}$$

$$W_{\text{DH2}} = 74.800 \text{ ton}$$

$$LCG_{\text{DH2}} = -0.5 \cdot L_{\text{DH2}} + (L_{\text{DH2}} + L_{\text{DH2}}) - 0.5 \cdot L_{\text{DH2}}$$

-36.5083 m di belakang M

### 4. Deck House III

$$L_{\text{DH3}} = 10.000 \text{ m}$$

$$W_{\text{DH3}} = 34.000 \text{ ton}$$

$$LCG_{\text{DH3}} = -0.5 \cdot L_{\text{DH3}} + (L_{\text{DH3}} + L_{\text{DH3}}) - 0.5 \cdot L_{\text{DH3}}$$

-30.5083 m di belakang M

### 5. Anjungan

$$L_{\text{AN}} = 11.6 \text{ m}$$

$$W_{\text{AN}} = 31.552 \text{ ton}$$

$$LCG_{\text{AN}} = -0.5 \cdot L_{\text{AN}} + (L_{\text{AN}} + L_{\text{AN}}) - 0.5 \cdot L_{\text{AN}}$$

-31.3083 m di belakang M

$LCG_{\text{Z}}$

$$W_{\text{B&O SB}} = 37.5\% \cdot W_{\text{B&O}}$$

assumed  $W_{\text{B&O}}$  di Kamar Galardak

456.75 ton

$LCG_{\text{SB}}$

-34.95913

$LCG_{\text{S}}$

$$W_{\text{B&O Sides}} = 37.5\% \cdot W_{\text{B&O}}$$

assumed  $W_{\text{B&O}}$  di tangkap kawat

456.75

$$LCG_{\text{Sides}} = 0 \text{ m di belakang M}$$

$LCG_{\text{B&O}}$

-27.840 m di belakang M

$LCG_{\text{E\&O}}$

-27.840 m di belakang M

44.660 m dari AP

100.340 m dari FP



### PERHITUNGAN CONSUMABLE DAN CREW KAPAL

### Support Status

L =	145.0 cm			
H =	20.0 cm			
B =	11.0 cm			
T =	6.00 cm			
V <sub>in</sub>	0.230 m/s	massa : S/V <sub>s</sub> =	52.585 jam =	2.18896
=	15.970 mm/jam	=	52.54 jam =	2.18896
S =	839 mm	Jarak Pelajaran		(km)
Power =	6562.194 kW			
=	8972.855 MW			

**Verhaltensregeln:**

**Compliment:**

• **Journalists' Circus**

```

Cn = 1.2 (Coef sturanti dept 1,2 - 1,33)
Cdn = 11,5 (Coef deck dept 11,5 - 14,5)
Ceng = 8,5 (Coef engine dept 8,5 - 11,00 (diesel))
cadet = 2 (jumlahnya 2 orang)

```

**2c**  
(1000-44-444.4)

$$= 25.07162903 \text{ array} + 2 \text{ cast} = 24 \text{ array}$$

• **Crew and Equipment Weight**

$C_{\text{con}} = 0.17 \text{ km/person}$   
 $W_{\text{con}} = Z_c \cdot C_{\text{con}}$   
 $= 4.08 \text{ km} \quad (\text{Parametric Design Mtn 11-25})$

$$W_{\text{complement}} = W_{c\&e} = 4.08 \text{ ton}$$

**Discussion:**

• **Fixed Cost**

SFR =	0.000179 ton/kW hr	(lihat tabelnya sendiri)
MCR =	6562.194 kW	
Marginal =	0.1	(5% - 10%)
$W_{SPR} = SFR \cdot MCR \cdot 5 / \eta_o \cdot (1 + \text{margin})$		
=	67.8867227 ton	(Parameter: design chapter 11, Min.11-24)
$V_{FO} =$		Ditara KEM Sertifikasi Pemasalahan 2% untuk
=	74.318 m <sup>3</sup>	konsumen dan 2% untuk ekspansi panas
$P_{FO} =$	0.95 ton/m <sup>3</sup>	

• Diamond Drill[generation]

SPR =	0.000189 ton/kW Jor	(lihat katalog peneras)
MCR =	1640.548 kW	
Marginalitas (%) =	0.1	(5% – 10%)
WD <sub>10</sub> = SPR * MCR * 5/√n (1 orang/jam)		
=	17.91981926 ton	(Parameter: design chapter 11, tabel.11-24)
VD <sub>10</sub> =		Dikar. KEM Sarana Pemasalahan 2% untuk
=	19.617 m <sup>3</sup>	ekonomis dan 2% untuk ekspansi panas
p =	0.95 ton/m <sup>3</sup>	

**- Lubrication Oil**

$$SFR = 0.0000006 \text{ ton/kW.hr} \quad (\text{lihat katalog mesin})$$

$$MCR = 6562.194 \text{ kW}$$

$$\text{Margin} = 0.1 \quad (5\% \sim 10\%)$$

$$W_{Lr} = SFR * MCR * S/Ys * (1 + \text{margin})$$

$$= 0.189627717 \text{ ton}$$

(Parametric design chapter 11, Mm.11-21)

$$V_{Lo} =$$

$$= 0.219125362 \text{ m}^3$$

(Ditakl. KPM Santosa Perencanaan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi paku.)

$$\rho_{to} = 0.9 \text{ ton/m}^3$$

**- Fresh Water**

$$W_{fw1} = 0.17 \text{ ton/person.day} \quad (\text{Parametric design Mm.11-24})$$

$$\text{Crew} = 24 \text{ persons}$$

$$\text{Day} = 2.19 \text{ days}$$

$$W_{fw1} = 2.930970887 \text{ ton}$$

$$W_{fw2} = \text{air tawar untuk pendingin mesin}$$

$$= (2.75) \cdot 10^4 \cdot 10^3 \quad (\text{Lecture of Ship Design and Ship Theory})$$

$$= 44.60279411 \text{ ton}$$

$$W_{fw} = W_{fw1} + W_{fw2}$$

$$= 53.540765 \text{ ton}$$

$$W_{fw} = 55.6823956 \text{ m}^3 \quad (\text{Ditakl. KPM Santosa Perencanaan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi paku})$$

$$\text{massa jenis} = 1.00 \text{ ton/m}^3$$

**- Provision and Store**

$$W_{ps} = 0.011 / (\text{person} \cdot \text{day}) \quad ; \text{ lihat Provision \& Store}$$

$$= 0.525351229 \text{ ton}$$

**- Makanan**

$$\text{konsumsi} = 5 \text{ kg/orang} \cdot \text{hari}$$

$$= 262.6756143 \text{ kg}$$

$$= 0.262675614 \text{ ton}$$

**- Cadangan**

$$\text{berat cadangan} = (0.5-1.5) \% \text{ Displacement}$$

$$= 299.789563 \text{ ton}$$

$$W_{\text{consumable}} = W_{fo} + W_{fw} + W_{Lr} + W_{ps} + W_{fw} + W_{ps} + W_{fw} = 3140.115 \text{ ton}$$

# ITIK BERAT KAMAR MESIN, CREW DAN AKOMODASI

Input Data :

$L_{wp}$	=	140 m	$W_{wp}$	=	
$L_{ms}$	=	150.8 m	$W_{ms}$	=	BALEST HEATER
$B$	=	20 m	$W_{ms}$	=	85.7225
$H$	=	11 m	$W_{ms}$	=	48.9895
$T$	=	5 m	$H_{ms}$	=	48.71.199614

Perhitungan :

$L_{ca}$	=	panjang kamar mesin			
	=	20 jarak gasing			
	=	1.4 m			
$L_{ca}$	=	/ Panjang Corbulation			
	=	31.5917 m			
$L_{ca}$	=	/ Panjang Corbulation			
	=	15.6515 m			
$L_{ca}$	=	2 · jarak gasing	: Panjang Corbulation		
	=	8 m			
setting antara tanght di best corbulation 6.7 m					
$L_{ca}$	=	2 x 2 · jarak gasing	: Panjang Corbulation	$L_{ca}, m = 1.752$	
	=	8 m			
Blue steel Baling Alkumanda di					
$L_{ca}$	=	$L_{ca} + (L_{ca} + L_{ca} + L_{ca} + L_{ca})$	: Panjang tanght		
	=	1.175.2 m			
Pump			Deck House I		
$T L_p$	=	2.5 m; instant	$T L_p$	=	
$T L_p$	=		$T L_p$	=	
	=	2.9 m			
Deck House II			Deck House III		
$T L_p$	=	2.5 m; instant	$T L_p$	=	
$T L_p$	=		$T L_p$	=	
	=	2.4 m			
Thick Steel ke Tanght			Thick Steel ke Tanght III		
Direct Tanght			Direct Tanght	$L_{ca}, m = 1.752$	
$T L_p$	=	11.7	$T L_p$	=	
$L_{ca}, m = 1.752$			$L_{ca}, m = 1.752$		
$T L_p$	=	6.5% · 11	$T L_p$	=	
	=	1.15 m	$T L_p$	=	
$T L_p$	=		$T L_p$	=	
	=	35.6824 m <sup>2</sup>			
$T L_p$	=		$T L_p$	=	
	=	2.1851.9 m			
			Thick Steel Tanght		
			$T L_p$	=	$T + 8.5 · L_{ca}$
				=	1.3 m
			$T L_p$	=	$L_{ca} - L_{ca} + 8.5 · L_{ca}$
				=	18.9 m

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{FW} &= T + 0.5 \cdot t_{FW} \\ &= 5.35 \text{ m} \\ \diamond LCG_{FW} &= Lpp - Lcb + 0.5 \cdot p_{FW} \\ &= 132.45 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Diesel Oil

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_{DO} &= h_{DB} \\ &= 1.150 \text{ m} \\ \diamond \ell_{DO} &= 65\% \cdot B \\ &= 11.5 \text{ m} \\ \diamond V_{DO} &= 13.225 \\ &= 1.48336\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\diamond p_{DO} &= \frac{(W_{C\&E\ poop} + W_{C\&E\ I} + W_{C\&E\ II} + W_{C\&E\ III}) \cdot KG_I + W_{C\&E\ poop} \cdot KG_{poop} + W_{C\&E\ I} \cdot KG_I + W_{C\&E\ II} \cdot KG_{II} + W_{C\&E\ III} \cdot KG_{III}}{(W_{C\&E\ poop} + W_{C\&E\ I} + W_{C\&E\ II} + W_{C\&E\ III}) \cdot LCG_{poop} + W_{C\&E\ I} \cdot LCG_I + W_{C\&E\ II} \cdot LCG_{II} + W_{C\&E\ III} \cdot LCG_{III}} \\ &= 1.48336\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{DO} &= 0.5 \cdot t_{DO} \\ &= 5.891 \text{ m} \\ \diamond LCG_{DO} &= LCG_{LO} - 0.5p_{LO} - 0.7 \cdot 0.5 \cdot p_{DO} \\ &= 130.6 \text{ m}\end{aligned}$$

Berat Kru Per Layer

$W_{C\&E} / layer = \text{Jumlah kru per layer} \cdot \text{berat rata}$

$$\begin{aligned}W_{C\&E\ poop} &= 1.70 \text{ ton} \\ W_{C\&E\ I} &= 1.70 \text{ ton} \\ W_{C\&E\ II} &= 0.34 \text{ ton} \\ W_{C\&E\ III} &= 0.34 \text{ ton} \\ W_{C\&E\ total} &= 4.08 \text{ ton}\end{aligned}$$

Titik Berat Kru dan *Luggage*

KG

$$\begin{aligned}\diamond KG_{poop} &= H + 0.5 h_p \\ &= 12.25 \text{ m} \\ \diamond KG_I &= H + h_p + 0.5 \cdot h_I \\ &= 14.75 \text{ m} \\ \diamond KG_{II} &= H + h_p + h_I + 0.5 \cdot h_{II} \\ &= 17.25 \text{ m} \\ \diamond KG_{III} &= H + h_p + h_I + h_{II} + 0.5 \cdot h_{III} \\ &= 19.75 \text{ m}\end{aligned}$$

LCG

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{LO} &= \\ &= \\ \diamond LCG_{LO} &= \\ &= \end{aligned}$$

Titik Berat Fuel Oil

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_{FO} &= \\ &= \\ \diamond \ell_{FO} &= \\ &= \\ \diamond V_{FO} &= \\ &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\diamond p_{FO} &= \\ &= \\ \diamond p_{DO} &= \\ &= \end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond KG_{FO} &= \\ &= \\ \diamond LCG_{FO} &= \\ &= \end{aligned}$$

$$V_{FW} / (t_{FW} \cdot \ell_{FW})$$

$$V_{FW} / (t_{FW} \cdot \ell_{FW})$$

Titik Berat ballast

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_f &= H-T \\ &= 2.000 \text{ m} \\ \diamond \ell_f &= 65\% \cdot B \\ &= 19.5 \text{ m} \\ \diamond V &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= 750 \text{ m}^3 \\ \diamond p_i &= 768.75 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$= 19.2308 \text{ m}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond K &= T + 0.5 \cdot t_{FW} \\ &= 1 \text{ m} \\ \diamond L_i &= Lpp - Lcb + 0.5 \cdot p_{FW} \\ &= 73.8365 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat ballast

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}\diamond t_f &= H-T \\ &= 2.000 \text{ m} \\ \diamond \ell_f &= 65\% \cdot B \\ &= 19.5 \text{ m} \\ \diamond V &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= 900 \text{ m}^3 \\ \diamond p_i &= 922.5 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$= 23.0769 \text{ m}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}\diamond K &= T + 0.5 \cdot t_{FW} \\ &= 1 \text{ m} \\ \diamond L_i &= Lpp - Lcb + 0.5 \cdot p_{FW} \\ &= 51.9536 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \gamma LCG_{\text{pre}} &= 0.5 \cdot L_{\text{p}} + L_{\text{me}} + L_{\text{ch}} + L_{\text{cr}} \\
 &= 147.471 \text{ m} \\
 \gamma LCG_1 &= 0.5 \cdot L_{\text{p}} + L_{\text{me}} + L_{\text{ch}} + L_{\text{cr}} \\
 &= 134.2 \text{ m} \\
 \gamma LCG_2 &= 0.5 \cdot L_{\text{p}} + L_{\text{me}} + L_{\text{ch}} + L_{\text{cr}} \\
 &= 145.8 \text{ m} \\
 \gamma LCG_{\text{av}} &= 0.5 \cdot L_{\text{p}} + L_{\text{me}} + L_{\text{ch}} + L_{\text{cr}} \\
 &= 143.971 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat} \\
 \text{EL}_{\text{me}} &= \\
 &= 14.3333 \text{ m} \\
 LCG_{\text{me}} &= \\
 &= 141.62 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat Consumable} \\
 \text{EL} &= \\
 &= 14.67878 \text{ m} \\
 LCG &= \\
 &= 68.8819 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Total Deviat Consumable			
Stack		LCG	
Stack 0	25.39584 2000	LCG=	68.7725
Stack 1	25.93918 2000	LCG=	64.27685
Stack 2	25.88958 2000	LCG=	64.87685

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat No Head} \\
 \text{Element Tught} \\
 \gamma t_{\text{me}} &= 0.5 \cdot T \\
 &= 2.888 \text{ m} \\
 \gamma \tau_{\text{me}} &= 0.5 \cdot \tau_1 \\
 &= 1.95 \text{ m} \\
 \gamma V_{\text{me}} &= \\
 &= 988 \text{ m}^2 \\
 \gamma p_{\text{me}} &= \\
 &= 23.8769 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat Tught} \\
 \gamma \text{EL}_{\text{me}} &= T + 0.5 \cdot t_{\text{me}} \\
 &= 1 \text{ m} \\
 \gamma LCG_{\text{me}} &= L_{\text{pp}} - L_{\text{ch}} + 0.5 \cdot p_{\text{me}} \\
 &= 29 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat No Head} \\
 \text{Element Tught} \\
 \gamma t_{\text{me}} &= 0.5 \cdot T \\
 &= 2.888 \text{ m} \\
 \gamma \tau_{\text{me}} &= 0.5 \cdot \tau_1 \\
 &= 1.2 \text{ m} \\
 \gamma V_{\text{me}} &= \\
 &= 158 \text{ m}^2 \\
 \gamma p_{\text{me}} &= \\
 &= 6.25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Deviat Tught} \\
 \gamma \text{EL}_{\text{me}} &= T + 0.5 \cdot t_{\text{me}} \\
 &= 1 \text{ m} \\
 \gamma LCG_{\text{me}} &= L_{\text{pp}} - L_{\text{ch}} + 0.5 \cdot p_{\text{me}} \\
 &= 12.8266 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## DAFTAR *CREW* KAPAL

Perencanaan Kru

Poop =

1 Chief Cook  
1 Assistant Cook  
1 Steward  
1 Seaman  
2 Oilers  
1 Boy  
2 Cadets  
1 Boatswain

10 orang

Deck House 1 =

1 Second Engineer  
1 Markonis  
1 Doctor  
2 Electrician  
2 Pumpman  
3 Quarter Master

10 orang

Deck House 2 =

1 Second Officer  
1 Chief Officer  
2 orang

Deck House 3 =

1 Captain  
1 Chief Engineer  
2 orang

Jumlah Kru =

24                  orang





## PERHITUNGAN BERAT TOTAL DAN TITIK BERAT TOTAL

### Light Weight Tonnes (LWT)

#### ? Berat Baja

$W_{ST}$	=	6341.563 ton	
$KG_{ST}$	=	6.773 m	80.0500411
$LCC_{ST}$	=	71.821 m	; dari FP 64.9499589

#### ? Berat Peralatan dan Perlengkapan

$W_{BO}$	=	1218.000 ton	
$KG_{BO}$	=	13.547 m	7.62598177
$LCC_{BO}$	=	100.340 m	; dari FP

#### ? Berat Permesinan

$W_M$	=	534.778 ton	
$KG_M$	=	4.250 m	
$LCC_M$	=	131.423 m	; dari FP

### Dead Weight Tonnes (DWT)

#### ? Berat Consumable

$W_{cons}$	=	3140.115 ton	
$KG_{cons}$	=	1.679 m	
$LCC_{cons}$	=	60.804 m	; dari FP

#### ? Berat Complement (Kru dan Barang Barisan)

$W_{complement}$	=	4.080 ton	
$KG_{complement}$	=	14.333 m	
$LCC_{complement}$	=	141.450 m	; dari FP

#### ? Berat Payload

$W_{payload}$	=	7227 ton	727 ton	berasal muatan
$KG_{payload}$	=	$(H - h_{BO}) \cdot 0.5 + h_{BO}$		
	=	6.500 m		
$LCC_{payload}$	=	$(0.5 \cdot L_{BO}) + (0.5 \cdot L_{CR}) + L_{CH}$		
	=	65.587 m		; dari FP

#### Berat LWT

LWT	=	$W_{ST} + W_{BO} + W_M$
	=	8094.341 ton

#### Berat DWT

DWT	=	$W_{cons} + W_{complement} + \text{Payload}$
	=	10371.195 ton

#### Berat Total Kapal

W	=	DWT + LWT + Ballast
	=	18465.536 ton

#### KG Total

KG	=	
	=	6.1754424 m

LCG Total dari FP

LCG =

= 71.130212 m

### Perhitungan margin pada Displasemen

$\Delta$  = LWT + DWT + margin+ballast

$\Delta$  =  $L \cdot B \cdot T \cdot CB \cdot \gamma$

$\Delta$  = 18,465.536 Ton

$\Delta$  = 19,985.971

maka : margin = 1520.435 Ton

Margin Displacement = 2% - 10%

2%  $\Delta$  < margin = 7.61  $\Delta$  < 10 %  $\Delta$

399.719 < 1520.435 < 1998.6 (dalam ton)

Kondisi = OK

# PERHITUNGAN TRIM

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

## Input Data

$L_{PP}$	=	145 m	$C_M$	=	0.987	$\nabla$	=	19498.51 m <sup>3</sup>
$B$	=	30 m	$C_B$	=	0.718	KG	=	6.18 m
$T$	=	6 m	$C_{WP}$	=	0.829	$LCG_{LWT FP}$	=	71.13 m
						$LCB_{dari FP}$	=	71.60 m

## Perhitungan :

### Sifat Hidrostatik

#### 1. KB

$$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B$$

*Parametric Ship Design hal. 11 - 18*

$$= 0.532049$$

$$KB = 3.192293 \text{ m}$$

#### 2. $BM_T$

$$C_I = 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041$$

*Transverse Inertia Coefficient*  
*Parametric Ship Design hal. 11 - 19*

$$= 0.060$$

$$I_T = \frac{((LCG - LCB) \cdot L_{PP})}{GM} \cdot B^3$$

$$= 234008.1 \text{ m}^4$$

$$BM_T = I_T / \nabla \quad ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= 12.001 \text{ m}$$

#### 3. $BM_L$

$$C_{IL} = 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146$$

*Longitudinal Inertia Coefficient*

$$= 0.0507$$

$$I_L = C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B$$

$$= 4640622 \text{ m}^4$$

$$BM_L = I_L / \nabla \quad ; \text{jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$

$$= 237.9988 \text{ m}$$

#### 4. $GM_L$

$$= KB + BM_L - KG$$

$$= 235.02$$

#### 5. Trim

$$= \quad ; \text{Parametric Ship Design hal 11 - 27}$$

$$= -0.292 \text{ m}$$

Kondisi Trim : Trim Haluan

### Batasan Trim

$$\text{Trim} = -0.292 \text{ m}$$

$$0.5\% \cdot L_{PP}$$

$$= 0.754 \text{ m}$$

$$\text{Batasan : } \Delta (LCG - LCB) < 0.5\% \cdot LPP$$

$$-0.292 < 0.57 \quad (\text{dalam meter})$$

Kondisi Batasan Trim  
Diterima

# PERHITUNGAN LAMBUNG TIMBUL (FREEBOARD)

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

## Input Data

H	=	11 m	
T	=	6.00 m	
d	=	0.857 H	
	=	9.35 m	
$L_1$ (m)	$\frac{1}{2} L + 0.06\% \text{ ? } LWL_{\text{LSD}}$		
	=	144.77 m	
$L_1$ (m)	=	$L_{\text{pp}}$	
	=	145 m	
$L_1$	=	145 m	; $L_1$ diambil max
B	=	30 m	
$C_e$	=		
	=	0.4794	
$Z_{\text{FC}}$	=	11.6 m	; panjang forecastle
$Z_{\text{PO}}$	$F_b \left( \frac{L}{15} + 0.60 \right) / 0.36$	29 m	; panjang poop

## Tabel Freeboard standart

from : International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Length of ship [ m ]	Freeboard [ mm ]	
	Tabel A	Tabel B
140	1803	2109
141	1820	2130
142	1837	2151
143	1853	2171
144	1870	2190
145	1886	2209
146	1903	2229
147	1919	2250
148	1935	2271
149	1952	2293
150	1968	2315

## Perhitungan :

### Lambung Timbul Standar ( $F_b$ )

(ICLL chapter III regulation 28

Table 28.1)

$L_1$ (m)	?	$F_b$ (mm)
145	?	2209 mm
	=	2.209 m

## Koreksi

1.  $C_e$  ;  $C_e > 0.68$  (ICLL Annex I chapter III regulation 30)

$$F_{b2} = 1883.177 \text{ mm}$$

2. Depth (D) (ICLL Annex I chapter III regulation 31)

$$L/15 = 9.666667 \text{ m}$$

$$R = 250 \text{ mm}$$

untuk  $L < 120 \text{ m}$  ;  $R = L/0.48$

untuk  $L > 120 \text{ m}$  ;  $R = 250$

jika,  $D < L/15$  ; tidak ada koreksi

jika,  $D > L/15$  ;  $F_{b2} = F_{b1} + (R[D - (L/15)])$

$$F_{b3} = 1883.177 \text{ mm}$$

### Koreksi Bangunan Atas

(ICLL Annex I chapter III regulation 33-35)

#### 1. Forecastle

$$\begin{aligned} L_1 \text{ (m)} &\Rightarrow h_{st} \text{ (m)} \\ 75 &\Rightarrow 1.8 \\ 125 &\Rightarrow 2.3 \\ \text{interpolasi} \\ 145 &\Rightarrow 2.5 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{FC} &= 2.5 \text{ m} \\ \text{karena } t_{FC} > h_{st} \text{ maka} \\ E_{FC} &= L_{FC} \\ &= 11.6 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 2. Poop

$$\begin{aligned} L_1 \text{ (m)} &\Rightarrow h_{st} \text{ (m)} \\ 75 &\Rightarrow 1.8 \\ 125 &\Rightarrow 2.3 \\ \text{interpolasi} \\ 145 &\Rightarrow 2.5 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{PO} &= 2.5 \text{ m} \\ \text{karena } t_{PO} > h_{st} \text{ maka} \\ E_{PO} &= L_{PO} \\ &= 29 \text{ m} \end{aligned}$$

### Total Panjang Efektif

$$\begin{aligned} E &= E_{FC} + E_{PO} \\ &= 40.6 \text{ m} \\ E \times L &= 0.28 \cdot L \end{aligned}$$

#### 3. Pengurangan Akibat Bangunan Atas

(ICLL Annex I chapter III regulation 37)

$$\begin{aligned} L_1 \text{ (m)} &\Rightarrow h_{st} \text{ (m)} \\ 24 &\Rightarrow 350 \\ 122 &\Rightarrow 1070 \\ \text{interpolasi} \\ 145 &\Rightarrow 1238.980 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengurangan} &= 19.28\% \cdot 1011.224 \\ &= 242.840 \text{ mm} \end{aligned}$$

E x L	%pengurangan
0.2	14
0.3	21
0.28	19.6

### Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_{b3} - \text{Pengurangan} \\ &= 1640.337 \text{ mm} \\ &= 1.640 \text{ m} \end{aligned}$$

### Ketinggian Bow Minimum ( $B_{WM}$ )

(ICLL Annex I chapter III regulation 39)

$$\begin{aligned} C_{B \min} &= 0.69 \\ C_B &= 0.48 \\ B_{WM} &= 56L \left( 1 - \frac{L}{500} \right) \left( \frac{1.36}{C_B + 0.68} \right) \\ &= 6762.682 \text{ mm} \\ &= 6.763 \text{ m} \end{aligned}$$

### Batasan

#### 1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_{ba} &= H - T \\ &= 5.00 \text{ m} \end{aligned}$$

*Fb Sebenarnya harus lebih besar dari Fb Total*

Kondisi = Diterima

#### 2. Ketinggian Bow

$$\begin{aligned} \text{Bow Height} &= F_{ba} + S_f + T_{FC} \\ &= 7.50 \text{ m} \end{aligned}$$

*Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Min*

Kondisi = Diterima

**LAMPIRAN B**  
**DESAIN LINES PLAN M.V ALLERIA**

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100

The diagram is a longitudinal section of a bridge deck, labeled "SHEAR PLAN" at the top center. It shows the deck's profile with various structural components and labels. The deck is supported by multiple piers, with the central pier labeled "PIER 11". The deck is divided into sections labeled "ST 1" through "ST 18". The left end is labeled "Transom" and the right end is labeled "FP". The diagram includes a grid of horizontal and vertical lines, with horizontal lines representing the deck's width and vertical lines representing the deck's length. The deck is shown with a top surface, a bottom surface, and internal structural components like girders and diaphragms. The diagram is a technical drawing of a bridge structure.

**CHRYSLER CREDIT FINANCE**

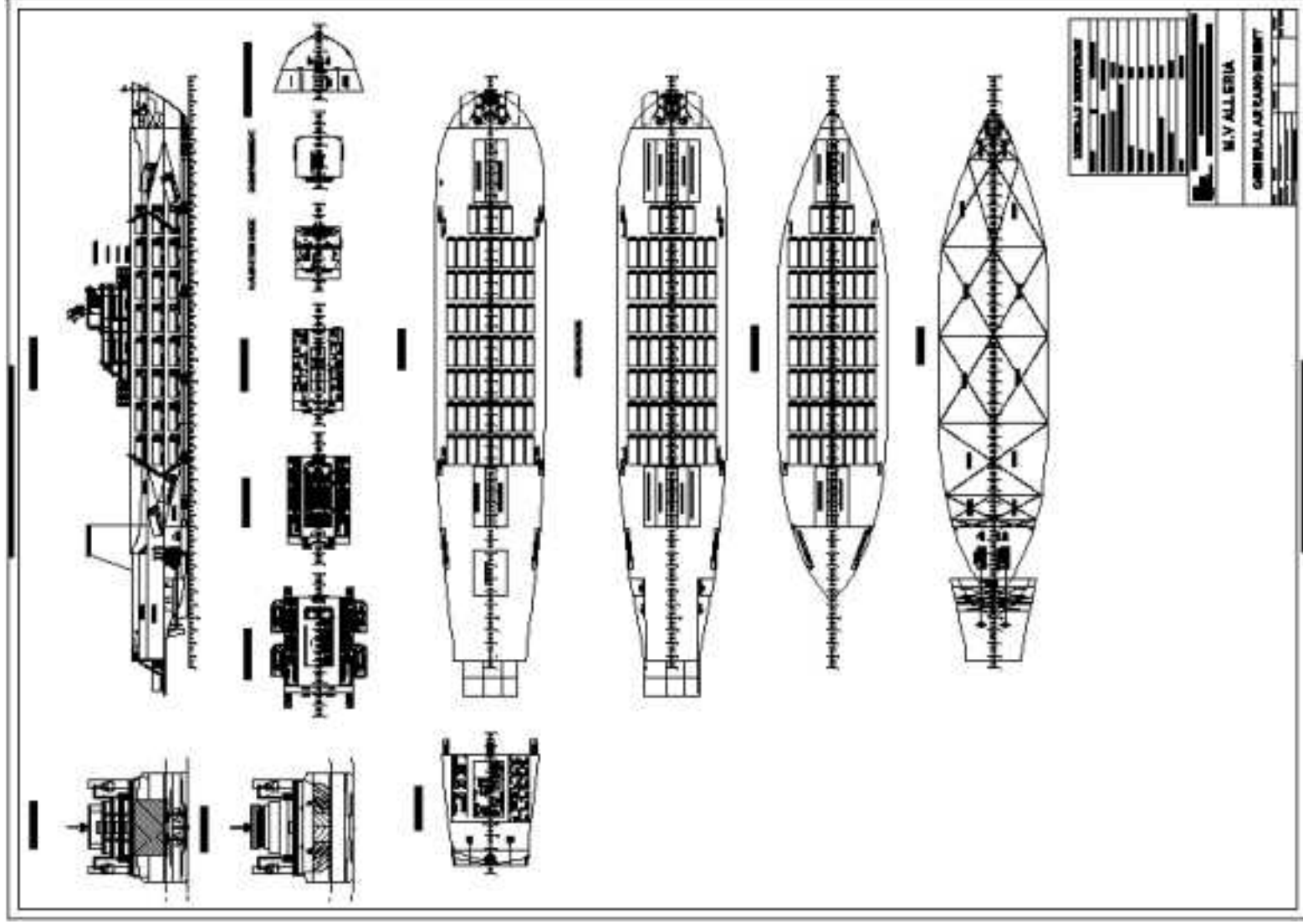
NAME	██████████
ADDRESS	██████████
CITY	██████████
STATE	██████████
ZIP	██████████
TELEPHONE	██████████
DATE	██████████
TIME	██████████
BY	██████████

**STUD PLAN**

NAME	██████████
ADDRESS	██████████
CITY	██████████
STATE	██████████
ZIP	██████████
TELEPHONE	██████████
DATE	██████████
TIME	██████████
BY	██████████

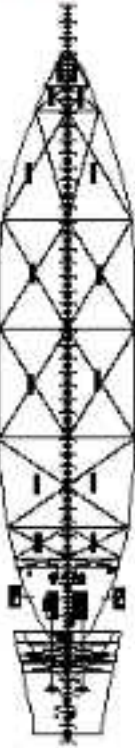
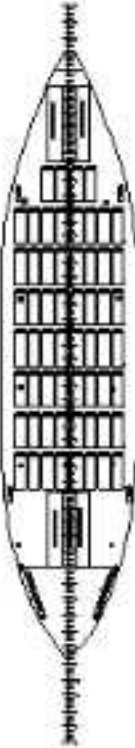
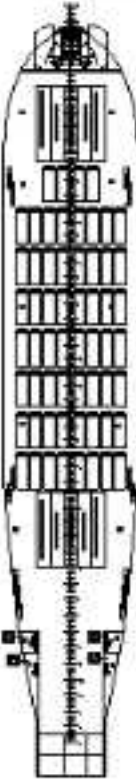
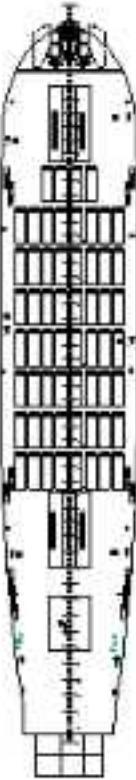
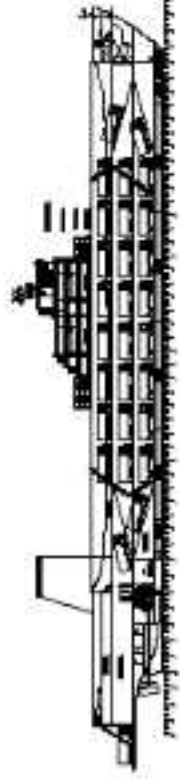


**LAMPIRAN C**  
**DESAIN GENERAL ARRANGEMENT M.V ALLERIA**



**LAMPIRAN D**  
**DESAIN SAFETY PLAN M.V ALLERIA**

# FIRE AND SAFETY PLAN



NO.	NAME	AGE	SEX	REL.	STATUS	REMARKS
1	JOHN DOE	35	M	H	Single	
2	JANE DOE	32	F	W	Single	
3	JOHN DOE	35	M	H	Single	
4	JANE DOE	32	F	W	Single	
5	JOHN DOE	35	M	H	Single	
6	JANE DOE	32	F	W	Single	
7	JOHN DOE	35	M	H	Single	
8	JANE DOE	32	F	W	Single	
9	JOHN DOE	35	M	H	Single	
10	JANE DOE	32	F	W	Single	

NO.	NAME	AGE	SEX	REL.	STATUS	REMARKS
11	JOHN DOE	35	M	H	Single	
12	JANE DOE	32	F	W	Single	
13	JOHN DOE	35	M	H	Single	
14	JANE DOE	32	F	W	Single	
15	JOHN DOE	35	M	H	Single	
16	JANE DOE	32	F	W	Single	
17	JOHN DOE	35	M	H	Single	
18	JANE DOE	32	F	W	Single	
19	JOHN DOE	35	M	H	Single	
20	JANE DOE	32	F	W	Single	

NO.	NAME	AGE	SEX	REL.	STATUS	REMARKS
21	JOHN DOE	35	M	H	Single	
22	JANE DOE	32	F	W	Single	
23	JOHN DOE	35	M	H	Single	
24	JANE DOE	32	F	W	Single	
25	JOHN DOE	35	M	H	Single	
26	JANE DOE	32	F	W	Single	
27	JOHN DOE	35	M	H	Single	
28	JANE DOE	32	F	W	Single	
29	JOHN DOE	35	M	H	Single	
30	JANE DOE	32	F	W	Single	

NO.	NAME	AGE	SEX	REL.	STATUS	REMARKS
31	JOHN DOE	35	M	H	Single	
32	JANE DOE	32	F	W	Single	
33	JOHN DOE	35	M	H	Single	
34	JANE DOE	32	F	W	Single	
35	JOHN DOE	35	M	H	Single	
36	JANE DOE	32	F	W	Single	
37	JOHN DOE	35	M	H	Single	
38	JANE DOE	32	F	W	Single	
39	JOHN DOE	35	M	H	Single	
40	JANE DOE	32	F	W	Single	

M. V. ALLERIA

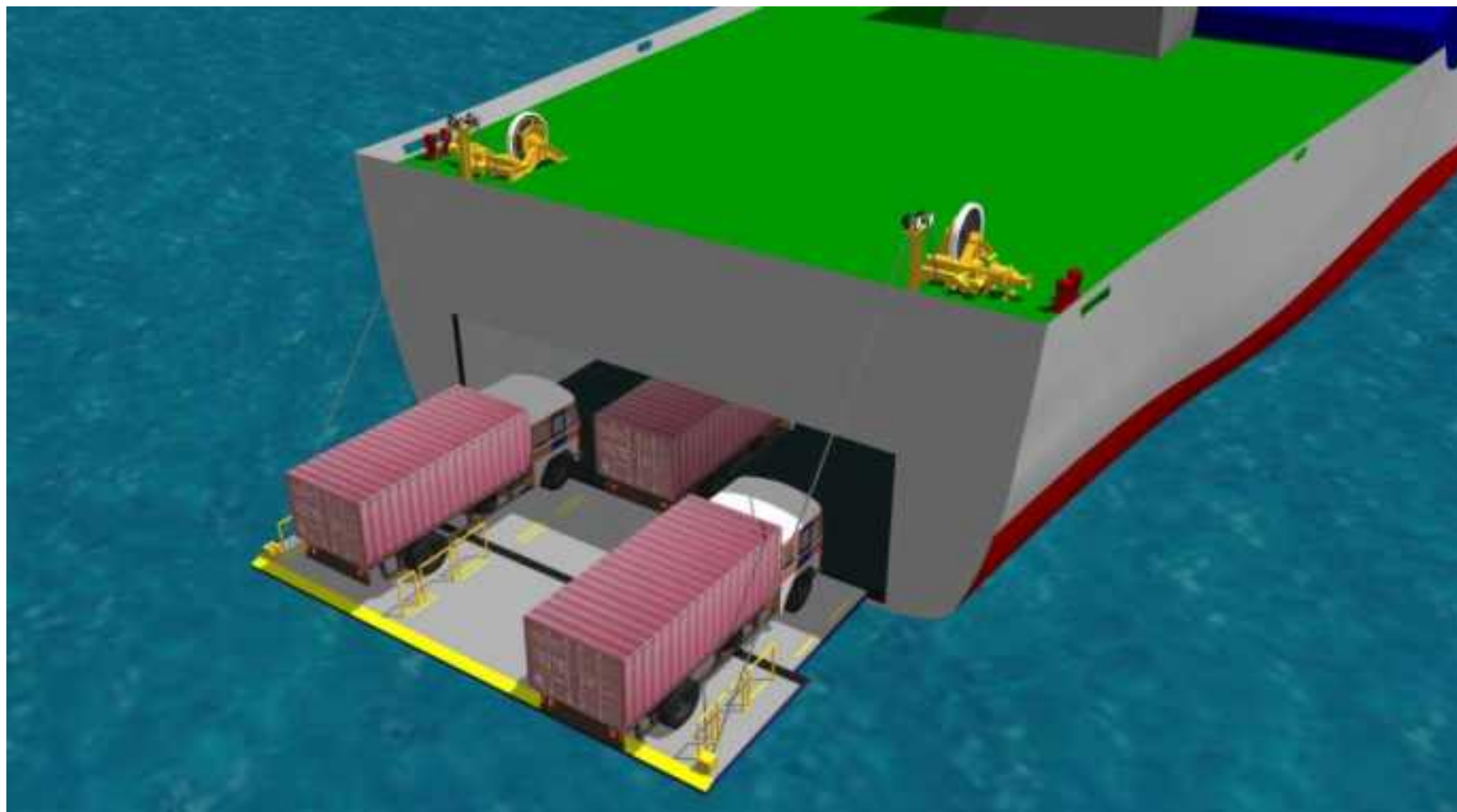
PERIOD SAFETY PLAN

**LAMPIRAN E**  
**DESAIN 3D M.V ALLERIA**

















## BIODATA PENULIS



**ANDRE PERDANA SETIAWAN** dilahirkan di Pancur Batu, 31 Agustus 1995. Penulis merupakan anak ke-1 dari 3 bersaudara dalam keluarga. Dibesarkan di “Medan” Sumatera Utara dan menamatkan pendidikan formal tingkat SD di METHODIST-AN MEDAN, tingkat SMP di SMP METHODIST ANMEDAN dan tingkat SMA di SMA SANTO THOMAS 1 MEDAN hingga melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis diterima di Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS pada tahun 2013

melalui jalur SNMPTN.

Di Jurusan Teknik Perkapalan, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, Penulis aktif berkegiatan di Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) sebagai Staff Divisi Investasi Departemen Kewirausahaan pada tahun 2014-2015, dan menjadi Kepala Divisi Investasi Departemen Kewirausahaan pada tahun 2015-2016. Untuk kepanitiaan dalam acara di Institut antara lain menjadi Staff sie dana NASDARC SAMPAN 8 ITS tahun 2014,. Penulis juga sempat mengikuti beberapa pelatihan , baik pelatihan pembentukan *soft skill* seperti LKMM dan pelatihan yang menunjang kebutuhan akademis selama perkuliahan, seperti pelatihan perangkat lunak AutoCAD dan Maxsurf. Penulis juga mengikuti kegiatan UKM di lingkup ITS, yaitu UKM BILLIARD. Penulis juga berkesempatan menjadi juara POMITS CABOR BILLIARD pada tahun 2014 sebagai runner-up, pada tahun 2015 sebagai runner-up, pada tahun 2016 berkesempatan menjadi juara satu dan pada tahun yang sama berkesempatan menjadi juara tiga turnamen Surabaya.

Email: andrestiawn31@gmail.com

Phone: 085781679160